

Über die Pulsfrequenz während der Schwangerschaft
bei Mutter und Kind unter besonderer Berücksichtigung
tagesperiodischer Veränderungen

Barbara Messerschmid

Aus der Kinder-Poliklinik der Universität München

Direktor: Professor Dr. med. G. Weber

Über die Pulsfrequenz während der Schwangerschaft
bei Mutter und Kind unter besonderer Berücksichtigung
tagesperiodischer Veränderungen

Inaugural — Dissertation

Zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Barbara Messerschmid, geb. Jeiter

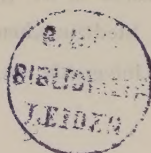
aus Köln

1961

Aus der Kaiser-Friedrich-Universität München
Medizin. Professur Dr. med. C. Weber

Über die Pubertät während der Schwangerschaft
bei Mutter und Kind unter besonderer Berücksichtigung
tagesspezifischer Veränderungen

Insbesondere: Über die
Zur Zeit der Pubertät in der gesamten Medizin
versteht man unter Pubertät die
Lebensperiode zwischen



Verlag von
Johann Neumann, Neudamm
im Jahr
1901

Gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent: Professor Dr. Th. Hellbrügge

Correferent: Professor Dr. G. Weber

Dekan: Professor Dr. H. Eyer

Tag der mündlichen Prüfung: 24. 10. 1961

Über die Pulsfrequenz während der Schwangerschaft bei Mutter und Kind unter besonderer Berücksichtigung tagesperiodischer Veränderungen

Inhaltsverzeichnis:

I. Einleitung	1
II. Literaturübersicht	2
A. Puls bei Graviden	2
B. Herztöne bei Feten	6
1. Früheste Wahrnehmungen der fetalen Herztöne	6
2. Untersuchungsmethoden des fetalen Herzens	7
3. Art des fetalen Herztons	11
4. Variationsbreite der fetalen Herzfrequenz	12
5. Abhängigkeit von Alter, Größe und Geschlecht des Feten	14
6. Beeinflussung der fetalen Herzfrequenz durch endogene und exogene Faktoren	17
III. Eigene Untersuchungen	25
A. Methodik	25
1. Auswahl	25
2. Untersuchungsbedingungen	27
B. Ergebnisse	30
1. Gravide	30
a) Einzelwerte und mittlere Tageswerte	30
b) Pulsfrequenz zu den einzelnen Tagesstunden	33
2. Feten	41
a) Einzelwerte und mittlere Tageswerte	41
b) Herzfrequenz zu den einzelnen Tagesstunden	44
c) Die Herzfrequenz in den einzelnen Abschnitten der Fetalperiode	47
d) Abhängigkeit der Herzfrequenz vom Geschlecht des Feten	48
3. Beziehungen zwischen kindlicher und mütterlicher Herztätigkeit	48
IV. Besprechung der Ergebnisse	53
Zusammenfassung	63
Literaturverzeichnis	64
Nachwort	72
Lebenslauf	73

Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

Tab. 1	Beobachtungsgut	26
Tab. 2	Tagespulsfrequenz der Frauen an den fortlaufenden Untersuchungstagen	31
Tab. 3	Mittlere Pulsfrequenz der untersuchten Frauen zu den einzelnen Tagesstunden	32
Tab. 4	Mittlere prozentuale Schwankungen der Pulsfrequenz zu den einzelnen Tagesstunden um den Tagesmittelwert bei Graviden	35
Tab. 5	Mittlere prozentuale Schwankungen der Herzfrequenz zu den einzelnen Tagesstunden um den Tagesmittelwert bei den Feten und Graviden	39
Tab. 6	Mittlere Herzfrequenz der Feten an den fortlaufenden Untersuchungstagen	42
Tab. 7	Mittlere Herzfrequenz der Feten zu den einzelnen Tagesstunden	43
Tab. 8	Mittlere prozentuale Schwankungen der fetalen Herzfrequenz zu den einzelnen Tagesstunden um den Tagesmittelwert	45
Tab. 9	Mittelwerte der Herzfrequenz in verschiedenen Abschnitten der Fetalzeit zu den Tages- und Nachtstunden	50
Tab. 10	Vergleich der Mittelwerte der Herzfrequenz bei den einzelnen Feten und Graviden	51
Abb. 1	Tageszeitliche Änderungen der Pulsfrequenz in Fetalzeit und Schwangerschaft	40

Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

I. Einleitung

Die Veränderungen der Pulsfrequenz während der Schwangerschaft sind schon immer Gegenstand besonderen ärztlichen Interesses gewesen. Dies gilt sowohl für die Mutter, als auch für das Kind. Manche Autoren nahmen an, daß der Puls bei Graviden labiler sei und etwas höher liege als außerhalb der Schwangerschaft. Aber exakte Untersuchungen zu dieser Frage liegen nur wenige vor.

Auch mit der kindlichen Herzfrequenz während Schwangerschaft und Geburt haben sich zahlreiche Untersuchungen beschäftigt, da die fetalen Herztöne zu den wenigen zu bestimmenden Lebensäußerungen des Kindes gehören. Es schien uns von Interesse, festzustellen, ob zwischen den Veränderungen der mütterlichen und kindlichen Pulsfrequenz während der Schwangerschaft irgendwelche Beziehungen bestanden. Insbesondere sollte geklärt werden, ob das Kind evtl. vorhandene Veränderungen der mütterlichen Pulsfrequenz synchron mitmachte oder sich weitgehend unabhängig von der Mutter zeigte. Hierüber lagen bisher keine Untersuchungen vor.

Gleichzeitig sollte damit ein Beitrag geleistet werden zu der Frage nach dem Entstehen von tagesperiodischen Veränderungen, ob diese beim Menschen bei der Geburt schon vorhanden sind oder durch Zeitgeberreize dem Organismus beigelegt werden.

In den folgenden Ausführungen wird deshalb ein Überblick gegeben über die in der Literatur niedergelegten Beobachtungen zu diesem Thema. Diesen werden anschließend die Ergebnisse eigener fortlaufender Untersuchungen der mütterlichen und kindlichen Pulsfrequenz während der Schwangerschaft gegenübergestellt.

II. Literaturübersicht

A. Puls während der Gravidität

Seit langer Zeit ist bekannt, daß in der Schwangerschaft besondere Veränderungen an Herz- und Kreislaufsystem stattfinden.

Als Ursache hierfür nannte KEHRER (60) in dem Lehrbuch für Geburtshilfe die Versorgung von zwei Organismen mit Blut, Sauerstoff und Nährstoffen, die Ausbildung eines Uteroplazentakreislaufs, die statische Belastung der Mutter durch das Extragewicht des Kindes etc.

Er führte an, daß mit der Dauer der Schwangerschaft eine zunehmende physiologische Erhöhung des Herzminutenvolumens festgestellt würde. Es habe den Anschein, als ob gegen Ende der Schwangerschaft eine leichte Beschleunigung des Blutumlaufs vorhanden sei. Die Pulsfrequenz Hochschwangerer überstieg nach seinen Angaben etwas den normalen Mittelwert anderer gesunder Frauen. Sie betrug 80-90/min. mit Annäherung an die obere Grenze.

Er zitierte dazu noch Daten anderer Autoren:

F. A. KEHRER (60) 76-84 Schl./min.

SLEMONS u. GOLDBOROUGH (98) 80,5 Schl./min.

V. JASCHKE (55) 80-90 Schl./min.

W. FREY, H. KRUKENBERG (37)/(65) 88 Schl./min.

HANSEN u. META GEWURZ (45)/(39) 91 Schl./min.

PEREZ (79) 80 Schl./min.

Es fanden sich dazu allerdings keine Angaben über den außerhalb der Schwangerschaft vorhandenen normalen Mittelwert der Pulsfrequenz und über die Anzahl der Untersuchungspersonen und die Bedingungen, unter welchen diese Zahlen gefunden wurden.

KEHRER (60) berichtete weiter, daß auf der einen Seite des öfteren ein pulsus celer bei Schwangeren festgestellt werden konnte; auf der anderen wurde von SLEMONS u. GOLDBOROUGH (98), KARL HEIL (48) und JASCHKE (55) häufig eine Bradycardie (Frequenz unter 60) als Zeichen der Vagotonie beobachtet.

Ein weiteres Symptom gesteigerter Erregbarkeit des Vagus, die als Lungen-vagus- Reflex und als relatives Stigma gedeutete respiratorische Arrhythmie konnten F. PREYER (84), JAGIC (54), EISMAER und POHL (31) des öfteren an Schwangeren feststellen.

Außerdem wies KEHRER (60) darauf hin, daß sich mitunter eine entweder paroxysmale oder langdauernde Tachykardie nachweisen ließ, die bei etwas Erregbaren schon auf geringfügige Reize hin zu beobachten war. Er zitierte dazu JASCHKE (55), SEITZ (96), KRUKENBERG (65) und GEWÜRZ (39), die bei ihren Untersuchungen an Graviden häufig eine gesteigerte Pulsstabilität fanden. Diese wurde als ein Zeichen von Übererregbarkeit des Herznervensystems von den Internisten gern auf Thyreotoxikose zurückgeführt.

Nach anderen Untersuchungen von HANSEN (45) und GEWÜRZ (39) sollte aber eher eine sogenannte Pulsstarre vorhanden sein, deren Ursache ebenfalls in einer Funktionsänderung des Vagus gesucht wurde.

Im Zusammenhang mit der gesteigerten Labilität des Pulses erinnerte KEHRER (60) an die psychogenen Schwankungen der Herzaktion in der Schwangerschaft, mit denen sich besonders JASCHKE (55) beschäftigt hat. Die Veränderungen am Puls waren nach KEHRER (60) jedoch nicht charakteristisch, geschweige denn spezifisch für die Schwangerschaft.

Im Gegensatz hierzu stellten einige Autoren bei ihren Untersuchungen fest, daß sich die Pulsfrequenz in der Schwangerschaft gar nicht oder nicht wesentlich veränderte.

So konnten P. NARANJO, F. CORNEJO und J. BERNEO (77) bei ihren Untersuchungen über den Grundumsatz bei Schwangeren und Feten keine Veränderung der Pulsfrequenz bei Graviden beobachten. Damit deckte sich die Angabe von MARTIUS (73) in seinem Lehrbuch für Geburtshilfe, daß die Pulszahl bei Graviden fast immer die gleiche blieb wie außerhalb der Schwangerschaft. Nur manchmal sei eine geringe Frequenzsteigerung vorhanden.

H. KRUKENBERG (65) konnte bei seinen arbeitsphysiologischen Studien an Graviden feststellen, daß die Pulsfrequenz in der Schwangerschaft nicht wesentlich verändert war. Sie schien ihm aber etwas labiler zu sein, als außerhalb der Gravidität. Als Mittelwert beobachtete er nach einstündiger Bettruhe morgens 88 Schl./min.

Eine andere Auffassung vertrat W. FREY (38). Er kam bei seinen Untersuchungen über das Herzgefäßsystem in der Gravidität zu dem Ergebnis, daß sich die Pulsfrequenz verschieden verhielt. Er gab an, daß, wie es auch bei Nichtgraviden der Fall ist, bei einem guttrainierten Herzen das Einzelschlagvolumen ohne größere Beanspruchung der Frequenz wachse. Bei einem weniger kräftigen Herzen komme es rascher zur Tachykardie.

Demgegenüber konnte C. S. BURWELL (16) bei seinen Kreislaufuntersuchungen während der Schwangerschaft unter vielen anderen Veränderungen von Kreislauf-funktionen auch eine Erhöhung der Pulsfrequenz konstatieren. Er war der Ansicht, daß sich diese Adaption an die Schwangerschaft bis zur Geburt fortlaufend weiter entwickle und einige Wochen vorher einen Gipfelpunkt erreiche. In den letzten Wochen sollte dann wieder eine Abnahme der Pulsfrequenz und des Minutenvolumens erfolgen.

Dieser Auffassung schlossen sich auch STRAYHORN, DON FLICKINGER, CORLETTE, KENNEDY und BOWERMANN (17) an.

Ebenso fanden sich sowohl in dem Handbuch von HALBAN-SEITZ (46) als auch in der von C. H. DAVIS (25) herausgegebenen "Gynecology & Obstetrics" Angaben über eine häufige Neigung zur Tachykardie während der Gravidität.

SVARZMANN (109) fand bei seinen Untersuchungen an gesunden Schwangeren in 47,9 % der Fälle eine erhöhte Pulsfrequenz, während W. FREY (38) in seiner Monographie "Herz und Schwangerschaft" die Angabe machte, daß die Herzfrequenz bei 40 % von normalen Graviden eine Steigerung um mehr als 5 Schl./min., bei 25 % eine Herabsetzung erfuhr. Während der ersten sechs Schwangerschaftsmonate konnte er überhaupt keine sicheren Verschiebungen konstatieren.

R. MAHON (72) wies in seinem Übersichtsreferat der neueren Ergebnisse der Herz- und Kreislaufforschung während Gravidität und Geburt darauf hin, daß 34 % der untersuchten Schwangeren eutonisch, 13 % vagoton und 53 % sympathikoton seien.

In der 1911 veröffentlichten Arbeit von JASCHKE (55) über Blutdruck und Herzarbeit in der Schwangerschaft, während der Geburt und im Wochenbett fand sich die Angabe, daß der Puls Schwangerer eine beträchtliche Labilität aufwies und schon durch die geringsten Reize verändert werden konnte. Weiterhin erwähnte JASCHKE (55), daß die normalen Schwankungen der Pulsfrequenz während der zweiten Hälfte der Gravidität etwas größer wurden. Er wies darauf hin, daß es notwendig sei, die Pulsfrequenz stets zu derselben Tageszeit zu messen, um die Tagesschwankungen zu vermeiden. Mit der Veränderung der Pulsfrequenz im Laufe der Gravidität beschäftigten sich auch SLEMONS und GOLDBOROUGH (98). Sie glaubten beobachten zu können, daß die Pulsfrequenz während der Schwangerschaft bei Mehrgebärenden merklich höher liege als bei Erstgebärenden. Mehrere der von ihnen untersuchten Frauen zeigten während der letzten Schwangerschaftsmonate einen allmählichen Abfall der Pulsfrequenz.

Für das Vorhandensein einer Pulsbeschleunigung während der Gravidität sprachen sich JENSEN u. NORGAARD (56) aus, die bei Untersuchungen an 200 gesunden Frauen während der letzten Schwangerschaftsmonate in 81 Fällen eine Pulsbeschleunigung beobachteten. Von 39 untersuchten Frauen mit Zirkulationsstörungen wiesen 21 schon vom 7. Monat an, die restlichen 18 ebenfalls in den letzten 3 Monaten, eine Pulsbeschleunigung auf.

Von Bedeutung erscheint schließlich eine Arbeit von BREHM u. KINDLING (14) über den Kreislauf während Schwangerschaft und Wochenbett aus dem Jahre 1955. In einer zusammenfassenden Literaturübersicht wurde von einem Ansteigen der Pulsfrequenz während der Gravidität auf etwa 80-90 Schl./min. gesprochen und außerdem angegeben, daß während dieser Zeit eine deutliche Labilität der Pulsfrequenz vorhanden war. Auf Grund eigener Untersuchungen kamen BREHM u. KINDLING (14) zu folgenden Resultaten: Die Pulsfrequenz lag während der Schwangerschaft mit 76 Schl./min. bereits in den Monaten I - III höher als bei Nichtgraviden. Es erfolgte ein Anstieg auf 86 Schl./min. im letzten Schwangerschaftsdrittel. Die Zunahme erfolgte fast alleine durch Abnahme der Diastole.

Über die Ursachen der Veränderung der Kreislaufdynamik in Schwangerschaft und Wochenbett konnten ihrer Meinung nach nur Vermutungen geäußert werden. Eine Beeinflussung des Kreislaufs durch Sexualhormone sei jedoch sicher bewiesen.

In seiner Arbeit über den Kreislauf während Zyklus, Schwangerschaft und Wochenbett von 1956 sprach BREHM (13) davon, daß sich die Pulsfrequenz während Schwangerschaft und Wochenbett nicht anders als in der Corpus-Luteum-Phase verhalte. Sie steige von 66 auf 87 Schl./min. an und sinke nach der Entbindung wieder ab. „Dieser Verlauf, der die Schwangerschaft als eine Steigerung der Corpus-Luteum-Phase erscheinen läßt“, war jedoch nach BREHM (13) nur bei der Pulsfrequenz, nicht aber bei Blutdruck und anderen Kreislauffunktionen zu finden. Mit der Geburt kam es zu einem plötzlichen Abfall des Hormonblutspiegels, so daß Blutdruck und Frequenz wieder zur Norm zurückkehrten.

Alle diese Literaturangaben, die sich auf die Pulsfrequenz während der Schwangerschaft bezogen, beschäftigten sich nur mit der Höhe der Frequenz bzw. deren Veränderungen im Laufe der Gravidität.

Außer dem Hinweis von JASCHKE (55) auf die unterschiedliche Höhe der Pulsfrequenz zu den einzelnen Tagesstunden war uns jedoch keine Angabe über tagesperiodische Veränderungen der Pulsfrequenz während der Gravidität

bekannt geworden, entweder weil auf Grund der Untersuchungsbedingungen darüber keine Aussagen gemacht werden konnten, oder weil das Bestehen eines Tagesrhythmus der Pulsfrequenz auch während der Gravidität als selbstverständlich vorausgesetzt worden war.

B. Herztöne bei Feten

1. Früheste Wahrnehmung der fetalen Herztöne.

Die Herztätigkeit ist eine der frühesten Wahrnehmungsmöglichkeiten des menschlichen Keimlings.

CLARA (21) schrieb in seiner Entwicklungsgeschichte, daß schon in der 2. Woche am stecknadelkopfgroßen Herzschlauch regelmäßige Pulsationen, etwa 90/min. beobachtet werden konnten. Zu diesem Zeitpunkt sind noch keine Myofibrillen ausgebildet; das Herz beginnt also schon vor der Ausbildung seiner Muskelfasern zu schlagen.

PFLUGER (82) beobachtete Herzaktionen an einem 3 Wochen alten, LUKINOVÍÉ (71) bei einem 38 Tage alten Keimling von 10 mm Länge. Bei dieser Frucht betrug die Schlagfrequenz 70/min. und sank allmählich auf 40/min. ab.

LANDOIS-ROSEMAN (67) gab als Zeitpunkt für den Beginn der Herztätigkeit den 22. Lebenstag an. Die Auskultation ist nach ihm in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft möglich.

STOECKEL (106) und MARTIUS (73) führten an, daß die fetalen Herztöne gewöhnlich von der 18. - 20. Schwangerschaftswoche an hörbar seien.

Auch HALBAN und SEITZ (46), H. J. STANDER und JOSEPH B. DE LEE (68) vertraten die Ansicht, daß normalerweise die kindliche Herzaktion erst von der 18. - 20. Woche an wahrgenommen werden kann, wenn auch nach STANDER (104) nicht wenige Autoren behaupten, es sei möglich, die fetalen Herztöne bereits in der 11. oder 14. Schwangerschaftswoche zu hören.

So sollten sie nach Beobachtungen von SARWEY (91) unter geeigneten Untersuchungsbedingungen (absolut ruhiges Zimmer, Ausschalten aller Nebengeräusche, sorgfältiges Absuchen, völlig entleerte Blase der Schwangeren, tiefes Eindrücken des Stethoskopes in die Bauchdecken oberhalb der Symphyse) bereits von der 13. Woche an, zunächst als systolischer Einzelton hörbar sein, und

DEPAUL (27) hat bereits in der 11. Woche fetale Herztöne wahrgenommen.

BICKENBACH (10) gab an, daß Versuche, die Auskultation zu einem noch früheren Zeitpunkt der Schwangerschaft durch Abhören mit Hilfe eines Instrumentes von dem vorderen Scheidengewölbe aus zu ermöglichen, praktisch ergebnislos geblieben sind. [DIETRICH (28) LOVROS (70) FALLS (33)].

Nach MARTIUS (73) kann man, je nach Dicke der Bauchdecken und Menge des Fruchtwassers die kindlichen Herztöne aber auch bis in die Mitte der Schwangerschaft hinein vermissen. Sogar am Ende der Gravidität sind sie manchmal nur schwer zu hören, wenn das Herz des Kindes von den Bauchdecken weit entfernt liegt und viel Fruchtwasser vorhanden ist.

Diese Äußerungen lassen bereist die Schwierigkeiten ermessen, die kindlichen Herztöne möglichst früh zu diagnostizieren. Es wurden verschiedene Verfahren entwickelt, mit denen dieses erleichtert werden sollte.

2. Untersuchungsmethoden des fetalen Herzens.

Eine zusammenfassende Darstellung über die Untersuchungsmethoden des fetalen Herzens finden wir in dem Handbuch „Biologie und Pathologie des Weibes“ von Seitz-Amreich.

BICKENBACH (10) schrieb hier: „Obwohl die Tätigkeit des Herzens für den Geburtshelfer die wichtigste Lebensäußerung der Frucht darstellt, sind wir zur Untersuchung fast ausschließlich auf die einfache Auskultation der Herztöne angewiesen, ein Verfahren, das seit seiner Veröffentlichung durch LEJUMEAU DE KERGADEG (61) im Jahre 1822 kaum vervollkommen ist.“

Die fetalen Herztöne sind aber anscheinend schon viel früher von Ärzten und Hebammen gehört worden. Der Franzose Phil. Lejoust verglich nach J. Fischer schon im Jahre 1650 in einer Ode „*Humani foetus historia*“ den Rhythmus der kindlichen Herztöne mit dem Klappern einer Windmühle. Die Auskultation mußte also damals schon bekannt gewesen sein. LEJUMEAU DE KERGADEG (61) gab an, daß vor ihm im Jahre 1818 der Genfer Wundarzt Mayor die fetalen Herztöne gehört habe, ohne seine Beobachtung für die Geburtshilfe zu verwerten. Es ist in den letzten Jahrzehnten mehrfach versucht worden, die gewöhnliche Auskultation technisch zu verbessern. Wir verdanken RECH (87) (1931) eine ausführliche Literaturzusammenstellung über dieses Gebiet.

PEZTALOZZA (80) (1892) gelang es erstmalig, die fetalen Herztöne mit Hilfe

eines Dudgeon'schen Sphygmographen aufzuschreiben. Der Versuch war aber einmalig, und es wird vermutet, daß es sich nicht um eine regelrechte Registrierung der fetalen Herztöne, sondern um eine Aufzeichnung feiner Erschütterungen handelte, die durch die Herzaktion der Frucht an der mütterlichen Bauchwand hervorgerufen wurden.

Die verschiedenen Versuche zur Vervollkommenung gehen nach RECH (87) in drei Richtungen:

Zunächst wurde für den Unterricht eine Wiedergabe der fetalen Herztöne im Lautsprecher angestrebt. Sodann verfolgte man das Ziel einer fortlaufenden graphischen Registrierung für die Überwachung unter der Geburt. Schließlich wollte man mit Hilfe der Elektrokardiographie die Untersuchungsmöglichkeiten überhaupt erweitern.

Es lag nahe, für die Wiedergabe der intrauterinen Herztöne vor einem größeren Hörerkreis die Erfahrungen der Radiotechnik mit Verstärkerröhren anzuwenden. Dieser Weg wurde zunächst von SCHÄFFER (92) und FLEISCHER (34), dann von BERUTI (8) und schließlich von RECH und CLAMANN (20) beschritten. Das technische Problem der Lautverstärkung kann im Prinzip als gelöst gelten, wenn sich Nebengeräusche auch nicht ganz vermeiden lassen. Die Apparatur ist jedoch so umfangreich, daß die Methoden im Unterricht bisher kaum Verbreitung gefunden hat.

Unter den Verfahren, die eine fortlaufende Registrierung zum Ziel hatten, haben sich das Phonoskop von O. Weiss sowie der Ohm'sche Herzschallrezeptor von Siemens als nicht brauchbar erwiesen.

Auch die Aufzeichnung der Herztöne mit Hilfe eines Saitengalvanometers und eines Oszillographen hat zu keinen praktisch verwertbaren Ergebnissen geführt. (BENAT (6) 1928; LIAN, GOBLIN, MINOT (69) 1939).

Erfolgreicher waren die Versuche, die Schallwellen nach Umwandlung in elektrische Energie durch ein elektromagnetisches Mikrophon und nach Verstärkung durch Gitterröhren mit Hilfe eines Siemens'schen Relais in mechanische Kraft umzusetzen, die dann für jeden Herzschlag ein Signal betreiben kann.

BERUTI (8) und unabhängig davon RECH und CLAMANN (18) gelang es auf diese Weise, den Rhythmus der fetalen Herztöne auf berußtem Papier fortlaufend aufzunehmen, wenn auch dabei auf eine nähere Analyse des Klangcharakters verzichtet werden mußte. Die Apparaturen waren aber auch hier noch sehr umfangreich und die Störungsmöglichkeiten durch Nebengeräusche groß.

Versuche einer fetalen Elektrokardiographie wurden von einer größeren Anzahl von Autoren unternommen.

Als erster wandte wohl CREMER (23) 1906 diese Technik bei der schwangeren Frau an. Er leitete ab von Abdomen-Symphyse und von Abdomen-Vagina bzw. Rectum. Dabei erhielt er Andeutungen des EKGs des Feten in Form von kleinen, regelmäßig auftretenden Zacken neben dem EKG der Mutter. Infolge der geringen Verstärkung der Apparate konnte eine leichte Verzitterung der Null-Linie diese Zacken bereits unsichtbar machen. CREMER (23) untersuchte nur wenige Frauen im letzten Monat der Schwangerschaft.

Auch FOA (35) und SACHS (90) benutzten abdominale und vaginale bzw. rectale Ableitungen bei ihren Beobachtungen. FOA (35) bekam auf seinen Streifen neben dem mütterlichen EKG rhythmische Kurvenschwankungen, die nur auf das Kind bezogen werden konnten. Die Versuche von SACHS (90) blieben ohne Erfolg.

HAYNAL und KELLER (47) befestigten Blindelektroden am Leib der Schwangeren und fanden dabei Andeutungen der fetalen EKGs.

Aber erst durch die Konstruktion hochempfindlicher Apparate konnten bessere Ergebnisse erzielt werden. So gelang es STEFAN und STRASSMANN (105) 1933 mit ihren neuen Spannungselektrokardiographen regelmäßig wiederkehrende Zacken auf ihren Streifen zu beobachten, die mit einer solchen Gleichmäßigkeit in Bezug auf Stärke und Rhythmus auftraten, und die so unabhängig von der mütterlichen Herzphase waren, und im übrigen dem abhörbaren Herzschlag des Kindes entsprachen, daß sie nur als eine elektrokardiographische Registrierung der fetalen Herztöne gedeutet werden konnten.

Diese Autoren benutzten bei ihren Experimenten die allgemein gebräuchlichen Bauch-Bein-Ableitungen. Ferner leiteten sie noch von beiden Bauchseiten ab, wobei sie darauf achteten, daß die Verbindungslinie der Pole möglichst in Richtung der kindlichen Herzachse zu liegen kam.

Weniger befriedigend waren die Versuche von BELL (5), der von 33 Fällen nur 1/3 verwerten konnte. Er leitete ab von Abdomen-Symphyse. BELL (5) machte für seine negativen Ergebnisse weniger die Apparaturen als vielmehr die Umgebung des Feten verantwortlich.

In neuerer Zeit wurde nur noch mit großen Verstärkungen und Spezialapparaturen gearbeitet. Einige Autoren, wie VARA und NIEMINEVA (110) WIMMER (114), ZIPPEL (120), PUTZ und ULLRICH (85) wandten bei ihren

Untersuchungen abdominale Ableitungen an, ebenso SCHÖMIG (94) bei Schwangeren im 6. und 7. Monat, während er im 4. und 5. Monat vaginale Ableitungen anlegte und unter der Geburt die Elektroden an den Kopf des Kindes aufsetzte oder auch an die Clitoris oder die kleinen Labien der Mutter.

SUREAU (108) arbeitete 1956 bei seinen Versuchen mit Silberchloridelektroden, die am Ende eine durch Polythen isolierte Nadel trugen. Eine Elektrode wurde in die Bauchdecken der Mutter gestoßen, die andere durch den Cervikalkanal eingeführt und bei intakten Schleimhäuten zwischen diese, sonst in die Amnionhöhle eingelegt. Der Muttermund mußte wenigstens auf 2 - 3 cm erweitert sein.

Das fetale EKG zeigte sich bei allen Autoren, die positive Befunde erhalten hatten, als regelmäßig auftretende Zacken mit konstanter Amplitude neben dem EKG der Mutter. Diese Zacken wurden als der QRS-Komplex des fetalen EKGs gedeutet. In fast allen Fällen waren keine P- und T-Zacken sichtbar. Eine Ausnahme machten nur die Ergebnisse von SUREAU (108), der in zwölf Fällen neben dem QRS-Komplex eine P-Zacke fand und in vier Fällen eine T-Zacke.

Es ist wohl anzunehmen, daß dieses Fehlen der P- und T-Wellen hauptsächlich auf Apparaturmängel zurückzuführen ist, und daß bei den meisten Versuchen diese Zacken durch Verzitterung der Null-Linie verborgen blieben. So lange diese Mängel noch bestehen, wird auch eine feinere Analysierung des fetalen EKGs nicht möglich sein. Aber schon die spärlichen Ergebnisse von SUREAU (108) zeigten, daß der Erregungsablauf im wesentlichen derselbe ist wie beim EKG des Erwachsenen.

Durch die elektrokardiographischen Messungen war es nun natürlich auch möglich, früher kindliches Leben zu diagnostizieren als durch die einfache Auskultation mit dem Holzstethoskop. So konnte SOUTHERN (103) schon in der 15. Schwangerschaftswoche erste Herzwahrnehmungen des Feten erhalten, das erste EKG gelang ihm in der 17. Woche. Er untersuchte 110 Frauen und fand dabei in 98 % der Fälle ein einwandfreies fetales EKG.

WIMMER (114), der 240 Frauen von 4. Monat der Schwangerschaft an beobachtete, fand das erste kindliche EKG in der 12. Woche. In 5 Fällen konnte er in der 12. - 24. Woch bei auskultatorisch nicht feststellbaren Herztönen eine einwandfreie fetale Zackenfolge erhalten. DAVIS und MEARES (26) nahmen von der 17. Woche an erfolgreich fetale EKGs auf. Einzelheiten über die Versuche wurden nicht angegeben.

VARA und NIEMINEVA (110) konnten aus ihren 150 fetalen EKGs im 3. Monat eine Schwangerschaft diagnostizieren.

Zippel (120) untersuchte 105 Gravide vom 5. Monat an und erhielt bei 62 % ein positives fetales EKG. Der früheste Nachweis kindlichen Lebens war ihm vom 124. Tag vor dem Geburtstermin an möglich, also in der 22. Woche. In drei Fällen zeigte sich ein positiver Befund bei negativem Auskultationsergebnis.

Leider sind die Angaben über das früheste Auftreten der fetalen Herztöne und über sonstige Einzelheiten sehr spärlich, da es den Autoren meist auf die Diagnose der Schwangerschaft allein ankam, während sie jedoch die Frequenz wenig interessierte, obwohl es ein leichtes gewesen wäre, diese aus den Kurven zu berechnen.

Eine Ausnahme machten PUTZ und ULLRICH (85), die eine Herzfrequenz von 117,7 bis 170,1 je Minute beschrieben. Diese Ergebnisse wurden an 43 Schwangeren gewonnen, von denen 16 Wehen hatten. Mit einigen Ausnahmen befanden sich die Graviden am Ende der Zeit. Die großen Schwankungen in der Frequenzangabe dürften sich wohl durch die unterschiedlichen Untersuchungsbedingungen erklären lassen, da ja ein Teil der Frauen bereits Wehen hatte, und da dies von großem Einfluß auf die fetale Herzfrequenz ist.

BERNSTEIN und MANN (7), die an 98 Schwangeren EKG-Messungen vornahmen, fanden dabei eine durchschnittliche fetale Herzfrequenz von 148,7.

Wichtig sind schließlich noch die EKG-Untersuchungen von WONG und CASSELS (117) an 132 Frauen in verschiedenen Schwangerschaftsmonaten. Auf diese Arbeit werden wir später noch näher eingehen.

3. Art des fetalen Herztones.

Über die Art des Tones, der durch Auskultation mit dem Holzstethoskop oder Stethograph und Phonokardiograph aufgenommen werden kann, fanden wir bei den einzelnen Autoren verschiedene Angaben.

LANDOIS - ROSEMAN (67) sprach davon, daß zu Beginn der Hörbarkeit der fetale Herzschlag als einfacher systolischer Ton wahrgenommen wird, der aber später in einen feinen Doppelschlag wie beim Erwachsenen, übergeht. Auch HALBAN und SEITZ (46) sowie MARTIUS (73) vertraten die Ansicht, daß es sich zunächst um einen systolischen Einzelton handelt, während zu einem späteren Zeitpunkt zwei kurze, gleich lange und gleich starke Doppeltöne zu hören sind.

H.C. STANDER (104) schrieb: "the fetal heart ist a double sound, closely resembling the tick of a watch under a pillow."

Dem widersprachen die Untersuchungsergebnisse von SMITH und HEART (100) aus dem Jahre 1940. Sie nahmen mit Hilfe eines Stethographen und eines Kardiophonographen die fetalen Herztöne bei 58 schwangeren Frauen auf. In 52 von 58 Fällen war das Verfahren erfolgreich. Die fetalen Herztöne konnten in der Zeit von 5 1/2 Monaten bis zum Endtermin der Schwangerschaft dargestellt bzw. auf Platten aufgenommen werden. Die Dauer der Systole und der Diastole waren in 49 Fällen nicht gleich. Die Diastole dauerte länger (0,17 bis 0,53 sek.) als die Systole (0,16 bis 0,23 sek.). Diese Beobachtung zeigte, daß es sich auch bei fetalen Herztönen nicht um einen Tick-tack-Typ handelt, wie bisher angenommen wurde. (BIRKENBACH (9)).

1952 wandten GUNN und WOOD (43) Apparate zur Verstärkung und Aufzeichnung der fetalen Herztöne an. An mehreren Herztonbildern konnten sie demonstrieren, daß der Herzschlag des Feten nicht aus 2 Tönen besteht, sondern aus 1 Ton, der in 3 Teile zerfällt. Bereits kurz nach der Geburt ist aber der Doppelschlag, wie beim Erwachsenen feststellbar.

Unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse ließ sich sagen, daß feinere Differenzierungen des fetalen Herztones nur mit komplizierten Apparaten zu treffen sind. Bei der normalen Auskultation des kindlichen Herzens mit dem Holzstethoskop war also, wie es auch der Erfahrung aller Geburtshelfer entspricht, ein Doppelschlag wahrzunehmen.

4. Variationsbreite der fetalen Herzfrequenz

Über die fetale Pulsfrequenz fanden wir bei den einzelnen Autoren recht verschiedenartige Angaben.

SONTAG, LESTER WARREN und HELEN NEWBERRY (101) machten bei 185 000 Zählungen der Herztöne von 63 normalen Feten die Beobachtung, daß sich häufig Frequenzen über 160 bis 200, selten unter 120, nie unter 100 ergaben.

WONG* und CASSELS (117) kamen auf Grund ihrer Untersuchungen an 132 Schwangeren zu folgendem Ergebnis:

Die niedrigste fetale Herzfrequenz war 132/min., die höchste lag bei 168/min.. Die maximale Häufung der Frequenzen fiel in eine Größenordnung von 140-149/min., während die zweitgrößte Gruppe eine Frequenz von 150-159/min. aufwies.

JOHN und SCHICK (57) fanden bei 531 Zählungen an schwangeren Frauen eine fetale Herzfrequenz von 120 - 140/min. mit einem Durchschnittswert von 134/min..

Eingehend beschäftigte sich auch ESCHBACH (32) mit der intrauterinen Herzfrequenz. Er bestimmte dieselbe bei 100 Schwangeren in der 36.-40. Woche. Als normale kindliche Herzfrequenz innerhalb der letzten Schwangerschaftswoche ohne Schwangerschaftswehen fand er, wie die Mittelwerte jeder Kurve zeigen, unterschiedlich hohe Werte von 128 - 160/min. mit dem gehäuftem Vorkommen von 144/min.. Mit 40 % lag die häufigste mittlere Frequenz bei 144/min.. Nach oben und unten sahen wir einen ähnlichen prozentualen Abfall. Die Spanne zwischen höchster und tiefster Frequenz, gleich Frequenz-Differenz, zeigte ein Vorkommen derselben von 1 - 3 in 45 %, von 4 noch in 35 % und von 5-7 nur noch in 20 % der Fälle.

Tabelle I.

mittlere Frequenz	128	136	144	146	160	Gesamt
Anzahl	5	15	40	30	10	100

Tabelle II.

Frequenz - Differenzen	4	8	12	16	20	24	28	Gesamt
	5	15	25	35	15	3	2	100

Ebenso unterschiedlich waren auch die Werte, die wir aus „Anatomische, physiologische und physikalische Daten und Tabellen“ von VIERORDT (111) aus dem Jahre 1888 entnehmen konnten. Dort fanden wir eine Zusammenstellung der Angaben einiger Autoren über die Herzfrequenz des Feten. Sie betrug je Minute nach:

Dubois:	144 (140-150)
Jacquemier:	126,5
Nägele:	135 (130-140)
Churchill:	136 (120-160)
Spiegelberg:	120 - 180

Leider wurde bei diesen wie bei dem meisten nun folgenden Zahlenmaterial nicht vermerkt, an wievielen Versuchspersonen, zu welchem Schwangerschaftszeitpunkt und unter welchen Bedingungen die Werte gefunden wurden.

Weitere Angaben über die Pulsfrequenz des Feten fanden sich bei folgenden Autoren:

(73)	MARTIUS	140	(120-160)
(21)	CLARA	140	(120-160)
(46)	HALBAN-SEITZ	140	(120-160)
(47)	LANDOIS-ROSEMAN	140	
(106)	STOECKEL	130 - 140	
(29)	DOERFEL	131 - 3	(21 Versuche an 3 Frauen im 8.-10. Monat).
(68)	DE LEE	132 - 144	(120-160)
(81)	PFAUNDLER-SCHLOSSMANN	135-140	
	Handbuch d. norm. Pathol. und Physiologie	135 - 140	
(85)	PUTZ u. ULRICH	117,7	- 170,1
(100)	SHMITH u. HEART	92 - 136	(52 Frauen)

5. Abhängigkeit der Herzfrequenz von Alter, Größe und Geschlecht des Feten.

Wie beim Erwachsenen die Schlagzahl des Herzens nach Alter und Größe verschieden ist, so konnte man dasselbe beim Feten erwarten. SEITZ (96) sagte dazu in seiner Monographie über die fetalen Herztöne während der Geburt: „Nach Ansicht der meisten Autoren sind die fetalen Herztöne von dem ersten Moment ihrer Wahrnehmbarkeit an, ungefähr zu Beginn des 5. Monats in der nämlichen Frequenz zu hören, wie kurz vor der Geburt. (DUBOIS (30), NÄGELE (76) u.v.a.).“

Demgegenüber behaupteten HOHL (50) und BOLZONI (12), daß die Zahl in der Regel im umgekehrten Verhältnis zur Entwicklung des Feten, d. h. zu seinem Gewicht, seiner Länge und zur Größe seines Querdurchmessers steht.

Auch SARWEY (91) war der Ansicht, daß die Herzfrequenz des Feten gegen Ende der Schwangerschaft abnimmt.

JOHN und SCHICK (57) hoben in ihrer Arbeit über den Sitzhöhenpuls hervor, daß bei Feten die Pulsfrequenz nahezu konstant sei und nicht mit steigendem Fetalalter abnehme. Ihre Angaben wurden aus 531 Zählungen gewonnen, wobei aber nicht angegeben wurde, in welcher Schwangerschaftswoche sich die untersuchten Personen befanden.

RECH (87) zitierte in seinem Referat BUTTNER (18) und HOHL (50), die für eine Abnahme der Herzfrequenz des Feten mit zunehmendem Alter sprachen, wogegen FRANKENHÄUSER (36), NÄGELE (76) und ZIEGENSPECK (119) dieses ablehnen.

VOLKMANN (113) schrieb, daß die Abhängigkeit der Pulsfrequenz von Alter und Körperlänge, die im extrauterinen Leben bestehe, für das intrauterine Dasein nicht gesichert sei, und auch HÜTER (51) fand bei Untersuchungen an großem Material die Herztöne von der 19. Woche, also vom Beginn der Hörbarkeit an bis zur Geburt ziemlich konstant.

RECH (87) ließ die Frage offen und gab keiner der beiden Ansichten den Vorzug, da ihm die Zahl der Untersuchungen bei diesen Autoren zu gering erschien. Auch aus seinen Untersuchungsergebnissen ließ sich nichts mit Sicherheit darüber aussagen.

Eine ganz neue Ansicht vertrat SMITH (99) in seiner „Physiology of the newborn infant“: The rate tends to decline from the fourth to the eighth lunar month and then to accelerate slightly until birth“.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch BERNSTEIN und MANN (7) bei ihren Untersuchungen an 88 Feten. Sie beschrieben einen allmählichen Abfall der fetalen Herzfrequenz von 165 Schl./Min. im 4. Monat bis zu 138/min. im 8. Monat. Während der letzten zwei Schwangerschaftsmonate stieg nach ihren Angaben die Herzfrequenz bis zur Geburt wieder um ein geringes an. Sie betonten, daß die individuelle Variation und Abweichung von diesen Mittelwerten recht groß sei.

Diesen Befund eines Abfalls der Pulsfrequenz im Verlauf der Schwangerschaft bestätigten auch WONG und CASSELS (117), deren Messungen an 132 Schwangeren ergaben, daß die Herzfrequenz von einem mittleren Wert von 154 Schl./min. im 4. Monat auf einen Wert von 146 Schl./min. im 9. Lunar-Monat sank.

Auch mit dem Geschlecht des Feten wurde die Frequenz der kindlichen Herztöne von mehreren Forschern in Zusammenhang gebracht. So gab zum Beispiel FRANKENHÄUSER (36) 1859 an, daß eine Schlagfolge bis zu 132/min. mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit für das männliche und eine Schlagfolge von mehr als 138/min. für das weibliche Geschlecht des Feten spreche.

PREYER (84) faßte 1883 das schon damals sehr umfangreiche Schrifttum über diese Frage zusammen und kam zu dem Schluß, daß bei einer Frequenz von

135 - 145/min. mit einer gleich hohen Wahrscheinlichkeit Knaben oder Mädchen zu erwarten sind. Betrug die Schlagfolge weniger als 135/min., so ergab sich nach PREYER (84) eine Wahrscheinlichkeit von 66 % für einen Knaben. Lag die Frequenz über 145/min., so ergab sich eine Wahrscheinlichkeit von 66 % für das Vorhandensein eines Mädchens.

DIETRICH und EICHHOFF (28) kamen bei Untersuchungen an der Göttinger Klinik zu dem Ergebnis, daß eine Geschlechtsprognose nur auf Grund der Herzschlagfolge nicht möglich sei.

Auch die Ansicht mancher Hebammen, daß die Lautstärke der Herztöne Beziehungen zum Geschlecht des Kindes habe, hält einer wissenschaftlichen Kritik nicht stand.

In Übereinstimmung damit schrieb STANDER (104) in „Textbook of Obstetrics“: Following FRANKENHÄUSER's (36) publication in 1859 various writers have stated, that there is a marked difference in the rapidity of the heart beat in the two sexes, and that a rate of 124 or less indicates a boy, and 144 or more a girl, subsequent investigations however have failed to confirm the conclusion.“

Auch die Anschauung von SMITH (99), ebenso wie von WONG und CASSELS (117) deckten sich mit dieser Feststellung. WONG und CASSELS (117) verglichen die Herzfrequenz von 31 männlichen und 31 weiblichen Feten in den letzten 3 Schwangerschaftsmonaten und fanden dabei bei den weiblichen Feten eine mittlere Frequenz von 146/min., bei männlichen von 148/min.. Der Unterschied war mit $t=1,032$ statistisch nicht signifikant. Bei einer Gruppierung der Frequenzen waren die weiblichen Feten bei einer Schlagfolge bis zu 150/min. stärker vertreten, während bei Frequenzen von 150-170/min. die männlichen Feten dominierten.

Schließlich fanden auch BERNSTEIN und MANN (7) bei ihren elektrokardiographischen Untersuchungen des fetalen Herzens keinen Unterschied zwischen der Herzfrequenz bei männlichen und weiblichen Feten. Diese war bei den 55 untersuchten männlichen Feten mit 148,7 Schl./min. genau die gleiche wie bei den 43 Feten weiblichen Geschlechts.

SMITH (99) vertrat in seiner „Physiology of the newborn infant“ (1946) die Auffassung, die sich mit derjenigen BARCROFT's (4) deckte, daß sich die Pulsfrequenz, soweit das bis jetzt untersucht wurde, bei den Feten der meisten Tiere in annähernd gleicher Größenordnung bewegt und keine Beziehung zu der endgültigen Pulsfrequenz der Erwachsenen hat. Diese kann, wie bei Ratten und Vögeln, schneller als die des Feten, oder, wie es beim Ochsen und Menschen der Fall ist, viel langsamer sein.

Er schrieb: „There may be some indication in this that a more or less uncontrolled and fundamental speed governs the circulation until birth, after, which there comes about by gradual development some sort of individual control required to meet the needs of the various species.“

6. Beeinflussung der fetalen Herzfrequenz durch endogene und exogene Faktoren.

Die Tatsache, daß man deutliche Schwankungen der Herzfrequenz des Feten beobachten kann, wurde schon von zahlreichen Autoren beschrieben und zu deuten versucht.

Bereits im Jahre 1903 veröffentlichte SEITZ (96) eine Monographie über „Die foetalen Herztöne während der Geburt“, worin er als Ursache für fetale Frequenzänderungen die gleichen Faktoren erwähnte, die uns bei vielen anderen Autoren auch später immer wieder begegnen werden. Die Ergebnisse seiner Arbeit wurden in 2 1/2 Jahren geburtshilflicher Tätigkeit gewonnen. Er selbst schätzte die Zahl seiner Untersuchungen auf 2000.

SEITZ (96) schrieb: „Entgegen diesem labilen Verhalten des Pulses beim Neugeborenen beobachtet man beim Fötus eine viel größere Konstanz in der Frequenz, und man könnte geneigt sein, dem Fötus eine größere primäre Stabilität derjenigen muskulären und nervösen Elemente, welche den Rhythmus der Herzaktion beherrschen, zuzuschreiben, als dem Neugeborenen. Doch verstieße diese Annahme gegen das mit dem zunehmenden Kindesalter stets zu beobachtende Konstanterwerden der Herzaktion. . . . Der Fötus befindet sich in einem mit Flüssigkeit gefüllten Behälter, der eine ganz gleichmäßige Temperatur aufweist und seinen Inhalt von den Reizen der Außenwelt so gut wie völlig abschließt. Ob die taktilen Reize, welche der Fötus durch Berührung und Verschiebung seiner Körperoberfläche gegen die Uterusinnenwand erfährt, einen wesentlichen Anteil an der Frequenzänderung der Herzschläge hat, läßt sich nicht entscheiden. Soweit wir jedoch die Faktoren, die beim Fötus Herzschlagänderung bewirken, kennen und kontrollieren können, sind es dieselben wie beim Neugeborenen. So bewirkt Temperatursteigerung der Mutter beim Fötus Vermehrung der Herzschläge durch Wärmestauung (V. WINKEL (115)), so läßt jede vom Fötus ausgeführte Bewegung eine Steigerung seiner Herzschläge erkennen, so bewirkt eine Alteration seiner Bluterneuerung eine gleiche Änderung der Schlagfolge wie beim Neugeborenen. Es kann also ein prinzipieller Unterschied in der Organisation der Herzzinnervation selbst zwischen Föt und Neugeborenem nicht bestehen“

In dem „Handbuch der norm. u. pathol. Physiologie“ von BETHE, BERGMANN, EMBDEN und ELBINGER (9) fand sich ebenso wie in den Lehrbüchern von MARTIUS (73) und LANDOIS-ROSEMAN (67) die Angabe, daß die Schlagfrequenz des kindlichen Herzens bei lebhaften Eigenbewegungen des Fetus gesteigert ist.

Bei Uteruskontraktion dagegen konstatierte MARTIUS (73) eine Frequenzabnahme der kindlichen Herztöne. Damit stimmten auch die Ausführungen von DE LEE (68) überein. Er gab in seinem Buch an „Fetal movements accelerate the beat, palpation of the fetal body does the same. Fever, fasting, asphyxia and hemorrhage increase the rapidity of the heart. Uterine contraction, pressure of the fetal brain slow it.“

ESCHBACH (32) glaubte bei seinen Beobachtungen an 100 schwangeren Frauen in der 36. - 40. Woche, eine individuell unterschiedlich hohe Frequenz der fetalen Herztöne feststellen zu können. Er vertrat die Ansicht, daß diese mit relativer Konstanz eingehalten wird, wie die bei seinen Messungen festgestellten Frequenz-Differenzen zeigen. (Vergleiche dazu die weiter oben angeführte Tabelle). Die nur selten beobachteten Frequenz-Differenzen konnten seiner Meinung nach in jedem Falle auf stärkere Kindesbewegungen zurückgeführt werden. Bei Untersuchungen, die er mit experimentellen Wehen (leichter Kompression des Schädels und allgemeiner Steigerung des intrauterinen Druckes) durchführte, fand er stets eine Alteration der Herzfrequenz und zwar in 80 % der Fälle einen Frequenzabstieg, in 20 % der Fälle einen Frequenzanstieg. Es konnten also sowohl vagotone als auch sympathicotone Effekte beobachtet werden.

BICKENBACH (10) sprach in dem Handbuch von SEITZ-AMREICH: „Biologie und Pathologie des Weibes“ folgende Ansicht aus: „Wenn auch Beobachtungen an anencephalen Früchten mit regelrechter Herzaktion dafür sprechen, daß das foetale Herz unabhängig vom zentralen Nervensystem arbeiten kann, wie es den experimentellen Erfahrungen der Physiologen am isolierten Herzen entspricht, so finden sich doch schon in frühen Lebensstadien Hinweise, daß diejenigen Einrichtungen, die der Selbststeuerung des Kreislaufs dienen, auch beim Foetus schon in Tätigkeit sind.“

Als Beweis für diese Tatsache sah er die oft beobachtete Frequenzänderung der Herzschlagfolge an.

Schon im Jahre 1904 wurde diese von SEITZ (96) am wehenlosen Uterus ausführlich untersucht, nachdem schon vorher NÄGELE (76) darauf aufmerksam gemacht hatte.

Eingehend beschäftigte sich auch SCHWARZ (95) im Jahre 1927 mit diesem Problem. Er kam zu dem Resultat, daß sich die Frequenz-Änderungen in Abweichungen von 30 - 40 % um den Mittelwert bewegen. Beschleunigungen bis 170 konnte er häufig, eine Frequenz-Abnahme unter 120 nur selten beobachten. Außerdem äußerte er die Ansicht, daß die Bewegungen der Frucht anscheinend nicht regelmäßig eine Beschleunigung der fetalen Herztöne auslösen.

Sehr wichtig für uns ist in diesem Zusammenhang die Arbeit von RECH (87): „Untersuchungen über die Herztätigkeit des Fetus“ aus dem Jahre 1931, auf die ich näher eingehen möchte.

Er war der Meinung, daß das Auszählen der im Stethoskop gehören Herztöne gerade bei Versuchen, die eine längerdauernde Beobachtung der Schlagfolge erfordern, eine so unsichere Methode sei, daß man mit einer großen Fehlerbreite rechnen müsse. Auch die Vereinfachung durch Anwendung eines selbsthaltenden Stethoskops (FALLS und HUNTER (33)) sowie das Aufschreiben mittels Morsetaster hielt er nicht für eine wesentliche Hilfe. Abgesehen von dem subjektiven Moment des Hörens könnten bei diesen Zählmethoden Frequenzänderungen, die sich in Zeitabschnitten von wenigen Sekunden abspielen, garnicht oder nur unvollkommen registriert werden. Eine Aussicht auf Erfolg sah er nur bei objektiver Registrierung der kindlichen Herztätigkeit unter Ausschaltung der subjektiven Auskultation. Die Lösung dieser Frage durch Konstruktion eines geeigneten Apparates war, wie er schreibt, allerdings mit ungeahnten Schwierigkeiten verbunden.

In zahlreichen Versuchen wurden von ihm die kindlichen Herztöne in der zweiten Schwangerschaftshälfte über einen längeren Zeitraum hin aufgezeichnet und gleichzeitig damit auch Puls und Atmung der Mutter. Dabei stellte er fest, daß die Schlagfolge des fetalen Herzens in der Schwangerschaft keineswegs gleichmäßig ist, sondern erhebliche Schwankungen aufweist. Bemerkenswert fand er vor allem das plötzliche Auftreten und die Flüchtigkeit der Frequenz-Änderung, und er äußerte die Ansicht, daß mit der bisher gebräuchlichen Auskultationsmethode der Nachweis der wechselnden Herztätigkeit des Feten nur unvollkommen erfaßbar sei und kaum so eindrucksvoll zu erbringen wie mit der objektiven Methode der fortlaufenden Registrierung.

RECH (87) konnte ferner beobachten, daß Ausmaß und Art der Schwankungen bei den einzelnen Fetalindividuen verschieden waren, und er glaubte, nach wiederholten Untersuchungen der gleichen Schwangeren, deutlich zwei verschiedene Gruppen unterscheiden zu können:

1. Feten mit wenig ausgeprägten Frequenzschwankungen.
2. Feten mit sehr labiler Herztätigkeit.

Die Ursachen für die großen Schwankungen des fetalen Herzens sah RECH (87), wie die meisten Autoren, in erster Linie in der Eigenbewegung des Feten. Wohl benötigen die Bewegungen des Fetus im Fruchtwasser infolge der Gravitation eine weit geringere Energie als im extrauterinen Leben, aber man darf bei dieser Betrachtung nicht vergessen, daß infolge der räumlichen Verhältnisse des Fruchthalters die Fruchtbewegungen stets mit Überwindung von Widerständen (Reibung an der Uterus-Innenwand, Vorwölbung derselben usw.) verbunden und somit mit Energieverbrauch verknüpft sind. Für die Annahme, daß durch deutliche Bewegungen der Frucht stets Frequenzänderungen hervorgerufen werden, sprach nach Meinung RECHs (87) auch die Tatsache, daß die Frequenz-Zunahme unmittelbar nach Beginn der Muskeltätigkeit einsetzt und sofort nach Beendigung derselben aufhört, was genau dem Verhalten im extrauterinen Leben (GRÜNBAUM und AMSON (41)) entspricht.

RECH (87) vermutete jedoch, daß nur größere Frequenzänderungen mit den Eigenbewegungen der Frucht zusammenhängen. Die kleineren Schwankungen der fetalen Herzschlagzahl, wie sie in seinen Kurven zum Ausdruck kommt, hingegen deutete er als Folge einer Labilität des zentralen Tonus der Herznerven. Aus seinen Versuchen schloß RECH (87), daß für die normalen physiologischen Schwankungen der fetalen Herzschlagfrequenz Änderungen im placentaren Gasaustausch nicht verantwortlich sein können.

Die Frage, ob unter physiologischen Bedingungen ein Zusammenhang zwischen mütterlicher und kindlicher Herztätigkeit, insbesondere zwischen den Frequenzschwankungen besteht, hat bereits etliche Autoren beschäftigt. Daß bei gewissen pathologischen Zuständen der Mutter der fetale Puls Veränderungen aufzeigen kann, ist eine seit langem bekannte Tatsache.

ZIEGENSPECK (118) konnte schon im Jahre 1882, PREYER (84) ein Jahr später nachweisen, daß bei Fieber der Mutter die Pulszahl des Feten gleichzeitig mit der der Mutter steigt und fällt.

Bei WINCKEL (115), SEITZ (96), JOHN und SCHICK (57), DE LEE (68), BICKENBACH (10), LANDOIS-ROSEMAN (67) und anderen Autoren fand diese Anschauung ihre Bestätigung.

Wie schon PREYER (84) bemerkte, dürfte diese Abhängigkeit darauf beruhen, daß mit der Erhöhung der Körpertemperatur der Mutter die Eigenwärme des Fetus, dem ja im Mutterleib die im extrauterinen Leben vorhandenen Einrichtungen zur Regulierung der Körpertemperatur noch nicht zur Verfügung stehen, steigt. Die fetale Pulsfrequenzsteigerung bei fieberhaften Zuständen der Mutter ist demnach verursacht durch Steigerung der Blutwärme des Fetus, die ihrerseits auf die Reizbildung im Herzen einwirkt.

Diese Anschauungen deckten sich mit den Befunden, die RECH (86) bei seinen zahlreichen Versuchen an Feten gewann. Im übrigen kamen die Autoren bei ihren Versuchen, die sie zur Klärung dieser Frage an Menschen oder an Tieren vornahmen, zu recht verschiedenartigen, teils übereinstimmenden, teils auch sich widersprechenden Ergebnissen.

BICKENBACH (10) hielt es für sicher, daß Lagewechsel der Schwangeren oder Erhöhung des intraabdominellen Druckes durch Pressen oder Anspannen der Bauchmuskulatur bei wehenlosem Uterus die Schlagfolge des kindlichen Herzens nicht zu ändern vermag.

Dagegen führte er an, daß es SCHWARZ (95) gelang, fetale Herzfrequenzschwankungen dadurch zu erzeugen, daß die schwangere Frau längere Zeit den Atem anhielt. In den letzten Monaten der Schwangerschaft konnte dieser so eine erhebliche Beschleunigung, in den früheren Monaten gelegentlich auch eine Verlangsamung erzielen. Kurzes zeitweiliges Anhalten der Atmung blieb jedoch ohne Einfluß auf die fetalen Herztöne, ebenso wie eine kurzzeitige Beatmung der Mutter mit reinem O₂ (RECH (86)).

PÜTZ und ULLRICH (85) beobachteten bei ihren elektrokardiographischen Untersuchungen der fetalen Herztöne an 43 Schwangeren, die sich mit wenigen Ausnahmen am Ende der Zeit befanden, und von denen bereits 16 Wehen hatten, häufig respiratorische Arrhythmien der Mutter, die auf die Schlagfolge des kindlichen Herzens keinen Einfluß ausübten. Atemanhalten der Mutter während einer kurzen Zeit führte dagegen stets zu einer leichten Beschleunigung der kindlichen Herzschlagfolge.

JOHN und SCHICK (57) beschäftigten sich mit dem Sitzhöhenpuls des Feten. Auf Grund von 531 Untersuchungen an schwangeren Frauen glaubten sie feststellen zu können, daß in vielen Fällen, in denen der mütterliche Puls während der Gravidität niedrig war, auch die kindlichen Herztöne auffallend langsam waren. (Mütterliche Herzfrequenz 60/min., kindliche 120/min.). Im Gegensatz dazu konnten BERNSTEIN und MANN (7) bei ihren Herzfrequenz-Messungen an 88 Frauen, die sich in verschiedenen Stadien der Schwangerschaft befanden, keinerlei Anhaltspunkte für irgendeine konstante Beziehung zwischen mütterlicher und kindlicher Pulsfrequenz finden.

LANDOIS-ROSEMAN (67) führte eine Abnahme der kindlichen Herzfrequenz auf eine mangelhafte O₂-Versorgung zurück.

CLARC (22) beobachtete nach Vagusdurchtrennung beim Muttertier Schlagfrequenz-Änderung des fetalen Herzens.

Auch RECH und HANSEN (86) konnten im Jahre 1927 in Versuchen an graviden Meerschweinchen eine gewisse Beziehung der mütterlichen und kindlichen Herztätigkeit nachweisen. Eine Reizung des mütterlichen Vagus bewirkte auch beim Feten eine Abnahme der Herzschlagzahl. Da keine Nervenverbindung zwischen Mutter und Kind besteht, müssen nach Ansicht von RECH (86) bei Vagusreizung verschiedene Stoffe erzeugt und freigemacht werden, die auf dem Blutwege durch die Plazenta auf den Fetus übergehen und hier in gleicher Weise wie bei der Mutter in negativ chronotropem Sinne wirken. Diese Versuchsergebnisse sah RECH (86) als wesentliche Stütze für die stark umstrittene Zolini'sche Theorie der humoralen Übertragbarkeit der Herz-Nervenerwirkungen an.

Im Jahre 1941 veröffentlichte INGUILLA (53) die Ergebnisse seiner Untersuchungen über das koordinierte Verhalten von Muttertier und Fetus unter verschiedenen Versuchsbedingungen. Die Versuche wurden an 60 Tieren so ausgeführt, daß der Fet etwa um die Hälfte der Schwangerschaft aus dem Leib des Muttertieres herausgenommen wurde, jedoch durch die Nabelschnur mit ihm in Verbindung blieb. Dann erhielt entweder die Mutter oder der Fet kreislaufwirksame Substanzen: Adrenalin, Acetylcholin. In einigen Versuchen wurde den Feten der Nervus vagus doppelseitig durchschnitten. Es wurden gleichzeitig die Reaktionsweise des Herzens und der Gefäße beim Muttertier und beim Fetus manometrisch registriert. Erhielt das Muttertier ein gefäß- und herzwirksames Mittel (z. B. Adrenalin), so war die Reaktionsweise des Feten darauf eine ganz andere als die des Muttertieres. Nach diesen Versuchen bestand eine absolute Unabhängigkeit zwischen den beiden Organismen in der Regulation ihrer Herz- und Gefäßtätigkeit.

Beim Menschen lassen sich gleichartige Versuche unter diesen Bedingungen natürlich nicht anstellen.

Dagegen wies RECH (86) auf die Tatsache hin, daß sich die Herztätigkeit zum Beispiel beeinflussen ließ durch den von Aschner nachgewiesenen Bulbusreflex (durch Druck auf beide Augen wurde eine stark negativ chronotrope Wirkung auf die Herztätigkeit erzielt). Den gleichen Einfluß hatte auch der direkte Druck auf den Vagus in der Halsgegend, der sogenannte Czermak'sche Vagusversuch.

CAMARGO (19) kam 1926 auf Grund seiner Untersuchungen, die sich mit dem Bulbusdruckversuch bei Schwangeren beschäftigten, zu dem Resultat, daß der Fet und die Frau etwa gleichsinnig reagieren.

RECH (86) konnte diese Feststellung jedoch nicht eindeutig bestätigen.

Er sah die normalen Schwankungen der fetalen Herztöne als so erheblich an, daß er glaubte, in der Auswertung der Kurven kritisch und zurückhaltend sein zu müssen. Er faßte seine Untersuchungsergebnisse dahingehend zusammen, daß er unter normalen Bedingungen bisher jedenfalls eine Abhängigkeit des Herzschlags des Fetus von dem der Mutter nicht beobachten konnte.

Das deckte sich mit der Auffassung LANDOIS-ROSEMANNS (67), der schrieb: „Unmittelbare Beziehungen zur Schlagfrequenz des mütterlichen Herzens bestehen nicht, so daß der fetale Herzschlag zum Beispiel bei Vagusreizung der Mutter nicht langsamer wird. Der Tonus des Herz-Hemmungszentrums (Vagus-Tonus) ist beim Kind in den ersten Wochen nach der Geburt nur gering oder fehlt noch völlig.“

Mit der Wirkung des Rauchens in der Schwangerschaft beschäftigte sich DOERFEL (29) im Jahre 1952. Er berichtete kurz über Untersuchungen, die sich mit der pharmakologischen Wirkung von Stoffen, die die Mutter einnimmt, auf die fetale Herzfrequenz beschäftigen, und er führte als Autoren an:

REVOLTELLA (88), der bereits 1927 über die Beeinflussung der fetalen Herzschlagfolge durch Adrenalin, Pilocarpin und Atropin Untersuchungen anstellte.

SIEDETOPF (97), der 1928 mit Amylnitrit und Atropin, RECH (86), der 1931 mit Amylnitrit arbeitete.

Die Ergebnisse waren unterschiedlich, aber sie bewiesen, daß die kindliche Herzfrequenz diaplacental zu beeinflussen ist.

SONTAG und WALLAGE (102) beobachteten 1935, daß die kindliche Herzfrequenz um 5 - 10 Schläge zunimmt, wenn die Mutter eine Zigarette raucht.

Diese bisher unbestätigten Angaben suchte DOERFEL (29) in seinen Untersuchungen nachzuprüfen.

In diesem Zusammenhang fand er u. a. die von PEIPER (78) bereits im Jahre 1925 beschriebene Beobachtung bestätigt, daß Neugeborene und Feten auf äußere Reize reagieren. Diese Reize bewirkten nach seinen Erfahrungen eine Steigerung der Herzfrequenz bis zu 25 Schl./min..

Bei DOERFELs (29) Versuchen wirkte der Druck des geburtshilflichen Holzstethoskops als starker Reiz. Erst nachdem er ein Schlauchstethoskop mit breitem Ansatzstück verwendete und ein dünnes Hemd auf dem Abdomen der Mutter beließ, war die Aufstellung relativ störungsfreier Werte möglich. Bei einer

„Ruhekontrolle“ über 20 Minuten stellte er z. B. bei Gebrauch des Holzstethoskops 15 Bewegungsanstiege, bei Verwendung des Schlauchstethoskop dagegen nur 3 fest. In allen Fällen kehrte aber die Frequenz 20 - 30 Sekunden nach einer einzelnen Bewegung wieder zur Norm zurück. Dies stand im Gegensatz zu den Frequenzsteigerungen bei den Rauchversuchen. Um nachzuprüfen, ob die tiefen Atemzüge beim Rauchen einen Einfluß auf die Herzfrequenz des Feten ausübten, ließ er die Mutter bewußt Rauchinhalationen nachahmen. Es zeigten sich jedoch keine Besonderheiten.

Es wurden 21 Versuche an 3 Frauen im 8. - 10. Schwangerschaftsmonat vorgenommen, die vor der Gravidität mäßig, während der Gravidität nicht rauchten. Der Übertritt des Nikotins in den fetalen Kreislauf konnte dabei nachgewiesen werden. 1 $\frac{1}{4}$ Minuten, nachdem die Mutter mit dem Rauchen begonnen hatte, nahm die kindliche Herzfrequenz zu und erreichte in der 5. Rauchminute mit einer Frequenzsteigerung von 7 Schl/min. nach Abzug einer normalerweise auftretenden Schwankung von ± 3 Schlägen den Höhepunkt. 10 Kontrollbeobachtungen zeigten diesen Anstieg nicht. Unterschiede der Untersuchungsergebnisse in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Gravidität konnten nicht festgestellt werden.

Aus dem vorstehenden Überblick der wesentlichen Arbeiten über die Pulsfrequenz bei Feten und Graviden ist folgendes ersichtlich:

1. In der Gravidität wird die Pulsfrequenz nach der überwiegenden Anzahl der Angaben im Sinne einer geringen Beschleunigung und größeren Labilität beeinflusst. Über tagesrhythmische Veränderungen konnten wir keine Angaben finden.
2. Einige Autoren behaupten, daß unter gewissen Bedingungen Beziehungen zwischen mütterlicher und kindlicher Pulsfrequenz bestehen. Über das Vorhandensein von tagesperiodischen Veränderungen der Pulsfrequenz beim Feten wurde uns nichts bekannt.

Daraus ergeben sich für uns im wesentlichen folgende Fragestellungen:

1. Wie verhält sich die Pulsfrequenz in der Gravidität?
2. Lassen sich auch in der Schwangerschaft tagesperiodische Veränderungen der Pulsfrequenz feststellen?
3. Wie verhält sich die Herzfrequenz der Feten im Verlauf der letzten Fetalmonate?
4. Zeigt der Fet eine Tagesrhythmik der Pulsfrequenz?
5. Bestehen Beziehungen zwischen dem eventuell vorhandenen Tagesrhythmus des Feten und dem der Mutter?

Diese Fragen sollten durch eigene Untersuchungen beantwortet werden.

III. Eigene Untersuchungen

A. Methodik

1. Auswahl

Zu den Herzton- und Pulsfrequenzzählungen konnten nur gravide Frauen herangezogen werden, bei denen es möglich war, fortlaufende Messungen über einen längeren Zeitraum hin durchzuführen. Diese Bedingungen waren gegeben bei den Hausschwangeren der 1. Universitätsfrauenklinik München.

Es handelte sich hierbei meist um alleinstehende Frauen, die während der letzten Monate vor der Niederkunft in einer eigenen Abteilung der Frauenklinik lebten und betreut wurden. Sie wurden zu leichteren Arbeiten herangezogen und mußten sich gelegentlich für Untersuchungen zur Verfügung stellen.

So machten wir Beobachtungen an 12 Frauen, von denen sich 8 im 10., die andern im 9. bzw. 8. Lunarmonat befanden. Nähere Angaben über die Frauen befinden sich in der Tabelle.

Die Gesamtzahl unserer Untersuchungen betrug 1800. In insgesamt 90 Tagesperioden zählten wir den Puls der Mutter und die Herztöne der Kinder tagsüber in zwei-nachts in dreistündigem Intervall.

Sämtliche Untersuchungen führten wir in der Zeit vom 10. März bis 6. April 1957 an der I. Universitätsfrauenklinik München durch.

Tabelle I

Beobachtungsgut

Lfd. Nr.	Lebensalter	- para	1. Kinds- Bewegungen	Errechneter Geburtstermin	tatsächlicher Geburtstermin	Geschlecht des Kindes	Schwanger- schaftsmonat	Anzahl der Tagesperioden
1	28	II	Mitte Okt.	9. III	15. III	männl.	10	3
2	20	I	Mitte Dez.	Mitte III	15. III	m.	10	3
3	31	I	Mitte Okt.	12. III	16. III	weibl.	10	3
4	18	I	Ende Nov.	2. IV	19. III	w.	10	6
5	20	I	28. Nov.	18. II	20. III	w.	10	7
6	19	II	Mitte Okt.	25. III	21. III	w.	10	8
7	17	I	Mitte Dez.	20. III	29. III	w.	10	2
8	22	I	Anfang Okt.	1. IV	9. IV	w.	9 -10	11
9	20	I	5. Dez.	20. IV	18. IV	w.	9	11
10	17	I	Ende Nov.	30. IV	10. IV	m.	9	12
11	17	I	Ende Nov.	8. IV	20. IV	w.	9	12
12	19	I	Ende Nov.	21. V	20. V	m.	8	12

Untersuchungsbedingungen

Die von uns untersuchten Frauen waren alle gesund und zeigten einen normalen Schwangerschaftsverlauf. Bei allen verlief auch die Geburt normal. und die Kinder waren gesund und reif oder mindestens nahezu reif.

Zunächst war es nicht einfach, die Frauen für unsere Messungen zu gewinnen. Sie standen den ständigen Pulsfrequenz- und Herztonzählungen anfangs verständlicherweise recht skeptisch gegenüber, da diese für sie ja mit etlichen Unannehmlichkeiten wie gestörte Nachtruhe, Verzicht auf längeren Ausgang am Tag u.s.w. verbunden waren.

Nachdem wir aber persönlichen Kontakt mit den Hausschwangeren aufgenommen hatten, stellten sich uns fast alle in Frage kommenden Frauen bereitwillig zur Verfügung, und die Untersuchungen wurden dann auch durchaus nicht als Belastung empfunden.

Der Tagesverlauf der Hausschwangeren war im ganzen regelmäßig und für unsere Untersuchungen relativ günstig.

Tagesplan	Messungen
	6.00
$\frac{1}{2}$ 7 Wecken	
7 Frühstück	
- 9 leichte Arbeit	9.00
9 - 10 Freizeit	11.00
10 - 11 Windellegen	13.00
11 $\frac{1}{4}$ Mittagessen	15.00
Freizeit	17.00
17 $\frac{1}{8}$ Abendessen	19.00
Freizeit	
ab 21 Nachtruhe	21.00
	24.00
	3.00

Die Messungen nahmen wir vor in Zeiten, in denen die Frauen im Bett lagen oder sich ruhig in ihrem Zimmer aufhielten. Die Zählungen wurden nie unmittelbar nach den Mahlzeiten durchgeführt. Nachts nahmen wir die Zählungen nur in dreistündigem Intervall vor, da den Frauen eine noch häufigere Störung nicht zugemutet werden konnte.

Während der Meßzeiten um 24, 3 und 6 Uhr schliefen die Frauen, aber da die Untersuchungen in größter Ruhe und bei Taschenlampenbeleuchtung durchgeführt wurden, kam es nicht zu einem affekthaften Aufwachen, das die Werte beeinflußt hätte.

Die Frauen gewöhnten sich sehr bald an das Abhören der Herztöne, sodaß sie meist sofort danach wieder einschliefen, oft auch gar nicht völlig wach wurden.

Die Untersuchungen wurden in den Schlafräumen der Hausschwangeren vorgenommen. Die Frauen lagen dabei entspannt auf ihren Betten, und wir achteten darauf, daß sie bei Beginn der Zählung mindestens 5 Minuten ruhig gelegen hatten, und daß störende Momente wie Geräusche, Kälte u.s.w. ausgeschaltet waren.

Wir hielten bei den Messungen nach Möglichkeit die gleiche Reihenfolge ein, sodaß die Frauen stets zur gleichen Zeit untersucht wurden. Die Auszählung dauerte insgesamt 20 Minuten.

Die Pulsfrequenz der Mutter ermittelten wir durch Palpation der arteria radialis. Je nach Regelmäßigkeit der Herzaktion zählten wir eine halbe, eine oder 2 Minuten lang. Für die Dauer der Auszählung war ausschlaggebend, daß wenigstens zwei aufeinanderfolgende Viertelminuten in ihrer Frequenz übereinstimmten. Differierten sie um 2 oder mehr Schläge, so zählten wir so lange weiter, bis eine gleichmäßige Frequenz festzustellen war. Im Falle von respiratorischer Arrhythmie wurden jeweils mindestens zwei volle Minuten ausgezählt, weil die Schwankungen für eine Zählung in kleineren Zeiteinheiten zu groß sind, um zuverlässige Werte zu ermitteln. Die Frequenz der kindlichen Herztöne wurde mit dem in der Geburtshilfe gebräuchlichen Holzstethoskop ermittelt. Die Auszählung wurde nach dem oben beschriebenen Prinzip durchgeführt. Die Frequenz der kindlichen Herztöne ist in etwa doppelt so groß wie die des mütterlichen Pulses. Durch gleichzeitige Palpation der arteria radialis der Mutter ist Abgrenzung gegen evtl. Uteringeräusche, die synchron dem mütterlichen Puls sind, möglich.

Es wurde, wie es auch die Erfahrung aller Geburtshelfer ist, ein kurzer Doppelton wahrgenommen.

Von A. C. GUNN und M. C. Wood (44) gibt es eine Angabe, daß der fötale Herzschlag nicht aus zwei Tönen, sondern aus einem Ton, der in drei Teile zerfällt, besteht. Allerdings ist das ohne den komplizierten, vom Verfasser konstruierten Aparat, allein mit dem Holzstethoskop nicht zu hören, und konnte also für unsere Untersuchungen unberücksichtigt bleiben. Das Hören der Herztöne bereitet zweifellos, besonders dem Anfänger etliche Schwierigkeiten,

was auch von einer großen Anzahl von Autoren bestätigt wird. Während der ersten Zeit führten wir deshalb die Auszählung nur probeweise durch, ohne sie bei den Auswertungen zu berücksichtigen. Wir machten alle Messungen gemeinsam und verglichen die Ergebnisse, bis sie bald nur noch in sehr geringen Grenzen differierten.

Die kindlichen Herztöne werden am besten dort gehört, wo der gekrümmte Rücken des Kindes dem Uterus und damit der Bauchwand der Mutter flächenhaft anliegt. Diese Stelle ermittelten wir durch Auskultation und Palpation des mütterlichen Abdomens. Oft gab auch die Frage nach den stärksten Kindsbewegungen einen Hinweis auf die Lage des kindlichen Rückens, da diese auf der Seite der kleinen Teile des Feten am deutlichsten spürbar sind.

Es gibt in der Literatur Angaben, z. B. von PEIPER (78) und DOERFEL (29), daß durch den äußeren Reiz des Aufsetzens des Holzstethoskops die Herztöne eine Veränderung im Sinne einer Beschleunigung erfahren. Diese evtl. Fehlerquelle war bei unseren Messungen nicht zu vermeiden, konnte aber, da es sich stets um das gleiche beeinflussende Moment handelte, im Hinblick auf den Gang der Tagesperiodik außer acht gelassen werden. Für jede Frau legten wir ein eigenes Untersuchungsblatt mit den persönlichen Meßwerten an.

B. Ergebnisse

Gravide

a. Einzelwerte und mittlere Tageswerte

Unter den erwähnten Untersuchungsbedingungen kamen wir zu folgenden Ergebnissen:

Ein Vergleich der Einzelwerte aller Frauen zeigte recht große Frequenzunterschiede. So konnten wir als Maximum beispielsweise eine Frequenz von 110 Schl./min. (bei G 0) feststellen, während das Minimum 52 Schl./min. betrug. (G 9). Die Differenz zwischen beiden Werten war also mit 58 Schlägen relativ groß.

Demgegenüber waren die Schwankungen bei den Pulswerten einer einzelnen Frau etwas geringer. So war die höchste Frequenzdifferenz 51 (G 2), während bei einer anderen Frau (G 6) der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten beobachteten Pulswert nur 24 betrug. (Es wurden dabei nur Frauen berücksichtigt, bei denen mindestens über sechs Tagesperioden hin Messungen durchgeführt worden waren.)

Aus diesen Betrachtungen läßt sich aussagen, daß die intraindividuellen Schwankungen der Pulsfrequenz geringer waren als die interindividuellen.

Wir berechneten nun aus den einzelnen Pulswerten jeder Frau die mittlere Frequenz für jeden Tag. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Auch hier zeigten sich recht unterschiedliche Werte. Manche Frauen haben durchschnittlich eine ziemlich hohe, andere eine verhältnismäßig niedrige Pulsfrequenz. Der absolut tiefste Durchschnitt war 60,9 (G 9), der höchste 97,4 (G 8).

Es ist interessant, festzustellen, daß dieselbe Frau (G 9), die den tiefsten vorhandenen Pulswert gezeigt hatte, auch die niedrigste Durchschnittsfrequenz aufwies.

Tabelle 2

Tagespulsfrequenzen der Frauen an den fortlaufenden Untersuchungstagen

*AM - arithmetisches Mittel aus den absoluten Pulswerten

Lfd. Nr. d. Frau	Anzahl der Tages- perioden	AM der fortlaufenden Tagesperioden (Pulsschläge/min.)											
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12. Tages- periode
1	3	64,9	69,2	69,6									
2	3	66,7	68,5	71,0									
3	3	67,8	68,1	67,8									
4	6	75,7	80,1	79,3	79,7	85,9	79,4						
5	7	80,4	85,3	87,8	90,8	83,9	82,9	75,9					
6	8	84,4	81,8	85,7	78,8	80,5	81,3	79,7	81,7				
7	2	70,4	73,5										
8	11	86,5	93,8	86,6	97,4	87,0	93,4	84,1	85,8	83,3	95,0	89,1	
9	11	61,0	67,8	69,6	70,2	60,9	69,9	68,3	68,5	69,0	72,3	71,4	
10	12	89,0	96,6	91,5	94,2	83,0	93,5	96,0	94,1	94,0	92,4	88,6	88,5
11	12	73,0	77,9	75,0	74,9	77,1	76,3	77,4	82,6	76,5	77,2	77,2	74,3
12	12	69,3	70,2	69,2	70,8	68,6	68,5	69,2	70,7	69,1	76,4	69,1	65,6

Tabelle 3

Mittlere Pulsfrequenz der untersuchten Frauen zu den einzelnen Tagesstunden
 * AM - arithmetisches Mittel der absoluten Pulswerte der einzelnen Frauen zu allen Tagesstunden

Lfd Nr. der Frau	Anzahl der Tages- perioden	6.00	9.00	11.00	13.00	15.00	17.00	19.00	21.00	24.00	3.00	AM*
G 1	3	65,3	67,6	67,0	72,0	66,7	66,0	68,0	64,7	70,3	69,3	67,9
G 2	3	63,3	71,0	70,0	69,0	73,0	73,0	71,3	67,7	66,3	62,7	68,7
G 3	3	58,7	78,0	72,7	72,3	62,7	70,3	75,7	64,7	62,7	61,3	67,9
G 4	6	74,0	87,0	81,3	77,5	78,7	80,0	82,3	79,7	80,3	79,2	80,1
G 5	7	81,1	86,1	88,3	81,3	84,3	85,6	88,4	82,6	80,7	80,1	83,9
G 6	8	68,6	84,9	84,4	83,5	83,6	82,4	84,6	82,8	78,4	73,6	81,7
G 7	2	71,5	65,5	69,0	72,0	78,5	70,0	76,0	79,0	68,0	70,5	71,9
G 8	11	82,1	91,1	92,8	92,2	89,8	90,7	92,5	88,4	89,5	83,6	89,3
G 9	11	68,1	75,3	66,1	66,3	70,3	69,1	69,4	61,9	68,1	65,9	68,2
G 10	12	84,4	102,1	94,5	95,8	92,0	91,1	94,3	88,4	86,9	88,0	91,8
G 11	12	74,8	84,3	77,7	75,6	80,7	78,0	77,3	74,7	70,9	70,9	76,6
G 12	12	64,1	75,1	72,8	70,5	70,4	71,8	68,3	68,3	70,0	65,0	69,7
	90	71,3	80,7	78,0	77,3	77,5	77,1	79,0	75,2	74,4	72,4	76,5

Tabelle 4

Mittlere prozentuale Schwankungen der Pulsfrequenz zu den einzelnen Tagesstunden um den Tagesmittelwert bei Graviden

Lfd Nr. der Frau	Anzahl der Tages- perioden	RM zu den einzelnen Tagesstunden (Pulsfrequenz / $\%_0$ v. Tagesmittel)									
		6.00	9.00	11.00	13.00	15.00	17.00	19.00	21.00	24.00	3.00
G 1	3	96,2	99,6	98,7	106,1	98,1	100,3	100,3	95,3	103,7	101,9
G 2	3	92,3	103,3	101,9	100,5	106,3	106,0	103,8	98,5	96,3	91,1
G 3	3	86,4	114,9	107,0	106,5	92,3	103,6	111,4	95,2	92,3	90,3
G 4	6	92,5	108,6	101,5	96,7	98,6	99,9	103,1	99,7	100,5	99,0
G 5	7	96,7	102,8	105,0	96,9	100,9	101,9	105,5	98,7	96,1	95,6
G 6	8	96,3	103,8	103,4	103,0	102,4	100,9	103,7	101,3	95,9	91,0
G 7	2	96,5	91,0	96,0	100,0	108,9	97,4	105,5	109,1	94,7	98,0
G 8	11	91,6	102,0	104,1	103,0	91,7	116,2	103,7	98,8	100,3	93,6
G 9	11	100,5	110,7	97,1	97,7	103,2	101,9	100,8	90,9	99,8	96,7
G 10	12	92,7	111,2	103,1	104,3	100,3	99,1	102,8	96,7	94,9	95,1
G 11	12	97,5	111,7	101,4	98,7	105,2	101,8	100,9	97,6	93,0	92,4
G 12	12	93,0	108,4	104,4	101,2	101,1	111,1	98,1	89,8	100,4	93,5

Die Frauen sind in der Tabelle links durch ihre fortlaufenden Nummern gekennzeichnet.

Wir berechneten nun außerdem aus den Durchschnittswerten der einzelnen Frauen für jede Tageszeit einen Gesamtmittelwert und den zugehörigen Streubereich. Die Berechnung kann nach den folgenden Formeln durchgeführt werden:

$$\bar{x} = AM(x) = \frac{\sum_{v=1}^n x_v}{n} \quad n = \text{Gesamtzahl der Einzelwerte } x_v$$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{v=1}^n (x_v - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\frac{\sum_{v=1}^n (x_v - \bar{x})^2}{n-1} = \text{Summe der Quadrate aller Differenzen zwischen den jeweiligen Einzelwerten } x_v \text{ und dem AM } \bar{x}$$

Zur praktischen Berechnung von $\bar{x}$ und G eignet sich das fortlaufende Summierungsverfahren besser als die obigen Formeln, doch kann an dieser Stelle auf eine nähere Erläuterung dieses Algorithmus verzichtet werden.

Ein wichtiges Hilfsmittel zur Beurteilung von Mittelwertsdifferenzen war die Signifikanzprüfung. Je nach Größe der Mittelwertsdifferenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ und je nach Anzahl n_1 (n_2) der dem Mittelwert $\bar{x}_1$ ($\bar{x}_2$) zugrundeliegenden Einzelwerte x_{1v} (x_{2v}) und dem dazugehörigen Streubereich ergab sich ein mehr oder weniger großes Maß an Wahrscheinlichkeit für das tatsächliche Auftreten eines Sprungs der Frequenzen.

Diese Signifikanzprüfung erfolgte durch Vergleich der Werte der t Funktion

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \cdot \sqrt{\frac{n-2}{n}}$$

mit einzelnen aus der Summe $n = n_1 + n_2$ gewonnenen Grenzwerten. Jeder Wahrscheinlichkeitsstufe (wahrscheinlich, signifikant und sehr signifikant) ist ein solcher Grenzwert zugeordnet.

Um eine Wahrscheinlichkeit von 99,8 % zu gewährleisten, wählen wir als Grenze den 3 fachen Bereich

$$t_{3\sigma} = 3 + \frac{10}{n}$$

Bei einem Freiheitsgrad $n = 100$ muß $t = 3,1$ sein, um eine statistisch signifikante Differenz zwischen den beiden Mittelwerten feststellen zu können. Es wurden demnach bei unseren Angaben nur Mittelwertsdifferenzen, die mit der t -Funktion größere Werte als 3,1 ergaben als „signifikant“, alle darunterliegenden Werte als „nicht signifikant“ bezeichnet.

Durch die t -Formel war es auch möglich, eine Signifikanzprüfung von Mittelwerten zwischen zahlenmäßig ungleichmäßig belegten Gruppen vorzunehmen.

Die nach den vorstehend angegebenen Verfahren ermittelten Ergebnisse wurden in Tabelle 5 zusammengefaßt und in Abbildung 1 graphisch dargestellt.

Bei der Betrachtung dieser Tabelle wird ersichtlich, daß die Pulsfrequenzen zu den Tagesstunden höher lagen als während der Nachtstunden. Um diesen Eindruck zu sichern, faßten wir die mittleren Pulsfrequenzen aller Graviden zu den Tagesstunden von 9 – 19 Uhr und diejenigen während der Nachtperiode von 21 – 6 Uhr zusammen und berechneten die Mittelwertsdifferenzen nach der obigen Formel. Dabei konnten wir feststellen, daß die Tagwerte mit 80,6 Schl./min. signifikant höher lagen als die Nachtwerte mit 74,9 Schl./min.

	Mittlere Pulsfrequenz	Streuung	Anzahl der Tagesperioden	$t = 7,6$
Tagwerte 9.00 - 19.00	80,6	$\pm 12,3$	54	
Nachtwerte 21.00 - 6.00	74,9	$\pm 8,7$	36	

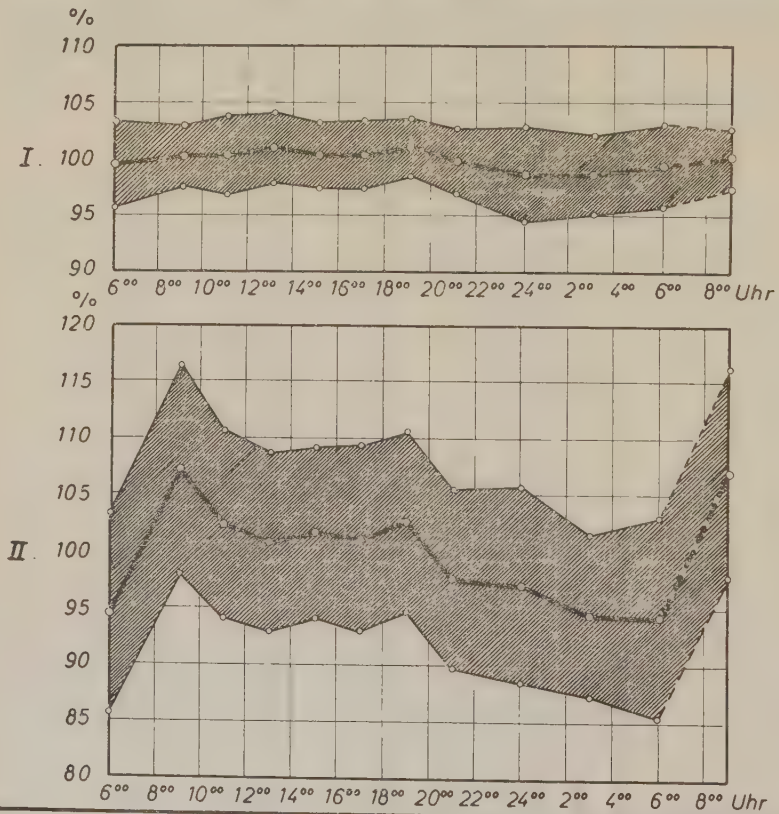
Aus dem Kurvenbild ließ sich eine eindeutige Tagesperiodizität ablesen. Zwei ausgeprägte Tagesgipfel standen einer tiefen Senke zur Nacht hin gegenüber. Der um 9 Uhr gelegene Morgengipfel überragte den gegen 19 Uhr vorhandenen Nachmittagsgipfel. Zwischen beiden Werten befand sich um 13 Uhr eine Senke, in der die Pulsfrequenz ungefähr das Tagesmittel erreichte. Von 19 Uhr an fiel die Pulsfrequenz zur Nacht hin ab. Sie unterschritt zwischen

19 und 20 Uhr das Tagesmittel, um es während der ganzen Nacht nicht wieder zu erreichen. Der tiefste Wert wurde um 6 Uhr gemessen. Gegen 8 Uhr morgens wurde erst wieder das Tagesmittel überschritten. Die Streuung betrug durchschnittlich $\pm 8\%$.

Tabelle 5

Mittlere prozentuale Schwankungen der Herzfrequenz zu den einzelnen Tagesstunden um den Tagesmittelwert bei den Feten und Graviden (90 Tagesperioden)

		6.00	9.00	11.00	13.00	15.00	17.00	19.00	21.00	24.00	3.00
Gravide	relative Mittelwerte	97,4	107,1	102,4	100,9	101,7	101,2	102,8	97,7	97,2	94,6
	Streuung	$\pm 8,8$	$\pm 9,3$	$\pm 8,2$	$\pm 7,8$	$\pm 7,4$	$\pm 8,3$	$\pm 7,9$	$\pm 7,9$	$\pm 8,8$	$\pm 7,1$
Feten	relative Mittelwerte	95,5	100,2	100,3	101,0	100,3	100,4	100,9	99,8	98,7	98,7
	Streuung	$\pm 3,7$	$\pm 2,6$	$\pm 3,4$	$\pm 3,0$	$\pm 2,8$	$\pm 3,0$	$\pm 2,5$	$\pm 2,9$	$\pm 4,2$	$\pm 3,4$



I. Tagesrhythmik der Pulsfrequenz in der Foetalzeit. (12 Foeten mit insgesamt 90 Tagesverläufen)

II. Tagesrhythmik der Pulsfrequenz bei schwangeren Frauen im letzten Monat der Schwangerschaft. (12 Frauen mit insgesamt 90 Tagesverläufen)

2 Feten

a Einzelwerte und mittlere Tageswerte.

Betrachten wir die Pulswerte der einzelnen Feten, so stellen wir fest, daß diese sehr unterschiedlich sind. So fanden wir z. B. als höchsten Wert eine Frequenz von 148, (bei Nr. 6), als tiefsten 110 Schl./min. (bei Nr. 10). Der Frequenzunterschied betrug also 38 Schläge.

Nicht so groß waren die Schwankungen des Pulswertes bei ein- und demselben Feten. So konnten wir als höchste Frequenzdifferenz bei einem Feten (Nr. 6) 36 feststellen, während wir als geringsten Frequenzunterschied bei einem Feten 16 Schläge (bei Nr. 12) fanden. Wir berücksichtigten hier, ebenso wie wir dies bei den Frauen getan hatten, nur Feten, deren Pulsfrequenz mindestens über 6 Tagesperioden hin festgestellt worden war. Die intraindividuellen Schwankungen waren also geringer als die interindividuellen.

Nun errechneten wir für jeden Feten aus den einzelnen Pulswerten die mittlere Pulshöhe für jeden Tag. In Tabelle 1 wurden diese Ergebnisse zusammengestellt. Auch hier zeigten sich recht unterschiedliche Frequenzen. Es war jedoch auffällig, daß manche Feten im ganzen höhere, andere tiefere Durchschnittswerte ihrer Pulsfrequenz aufwiesen. Als niedrigsten Wert fanden wir eine Frequenz von 123,1 Schl./min. (bei Nr. 4), der höchste war 139,2 Schl./min. (bei Nr. 6).

Ein Überblick über die Tagesdurchschnitte jedes einzelnen Feten zeigte, daß hier nur sehr geringe Frequenzdifferenzen bestanden. Die geringste Schwankung, bei einem einzelnen Feten war diejenige von Nr. 8 mit nur 3 Schl./min.. Das Maximum betrug 11,1 Schl./min. (bei Nr. 6). Die einzelnen Feten zeigten also jeweils eine relativ konstante Pulsfrequenz.

Wir errechneten nun für jeden Feten den Tagesmittelwert aus sämtlichen Untersuchungstagen. Die Werte wurden in Tabelle 7 unter A M aufgeführt. Der niedrigste Tagesdurchschnittswert war hierbei 124,6 Schl./min. (bei Nr. 4) der höchste 135,8 Schl./min. (bei Nr. 9).

Als Gesamtdurchschnitt aus den Tagesmittelwerten aller Feten errechneten wir eine Frequenz von 131,7 Schl./min.

Tabelle 6

Mittlere Herzfrequenzen der Feten an den fortlaufenden Untersuchungsstagen

*AM - arithmetisches Mittel aus den absoluten Herzfrequenzen

Lfd. Nr. d. Feten	AM* der fortlaufenden Tagesperioden (Herzfrequenz/min.)											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12. Tages- periode
1	128,0	126,6	126,8									
2	126,4	128,6	123,6									
3	135,2	133,8	127,8									
4	127,3	124,4	124,1	125,3	123,9	123,1						
5	131,3	127,3	127,8	130,2	126,4	129,4	123,7					
6	130,9	132,8	128,1	129,6	135,1	136,0	139,2	139,0				
7	129,7	131,7										
8	135,0	135,4	135,1	133,5	133,3	132,6	134,5	135,6	134,7	134,8	133,3	
9	136,2	134,1	135,8	135,2	135,2	134,4	136,1	136,3	137,4	136,9	136,4	
10	129,4	130,4	132,0	131,3	130,4	133,1	132,2	133,7	134,4	134,7	134,7	129,2
11	132,2	132,4	133,3	131,3	132,1	129,1	133,2	131,1	132,1	132,9	134,9	133,4
12	130,1	128,7	130,1	130,6	132,2	130,9	132,4	131,0	132,1	131,5	133,6	130,0

Tabelle 7

Mittlere Herzfrequenzen der Feten zu den einzelnen Tagesstunden

*AM - arithmetisches Mittel der absoluten Herzfrequenzen der einzelnen Feten zu allen Tagesstunden

Lfd. Nr. der Feten	Anzahl der Tages- perioden	6.00	9.00	11.00	13.00	15.00	17.00	19.00	21.00	24.00	3.00	*AM
F 1	3	129,7	128,7	126,7	126,7	123,3	128,0	124,7	129,7	126,7	127,7	127,1
F 2	3	134,0	123,3	127,0	128,0	127,0	124,3	126,3	126,0	127,0	125,3	126,2
F 3	3	133,3	136,7	131,3	131,7	135,0	126,3	134,3	129,0	133,7	131,0	132,3
F 4	6	125,0	124,5	128,3	127,5	124,0	123,0	127,7	124,5	124,2	121,5	124,6
F 5	7	125,7	128,6	129,7	131,4	130,1	129,1	126,7	126,6	123,7	142,4	128,0
F 6	8	134,5	134,4	134,1	133,9	133,1	133,1	134,6	135,4	135,4	128,4	133,8
F 7	2	127,0	130,5	124,0	137,0	133,0	130,0	134,5	133,5	128,0	129,5	130,7
F 8	11	129,5	135,0	136,0	136,2	135,6	130,1	136,4	132,2	130,1	132,0	134,2
F 9	11	134,6	137,4	135,0	148,5	136,2	137,4	136,7	136,3	133,2	132,0	135,8
F 10	12	131,4	131,9	130,0	133,8	132,5	132,9	134,1	131,9	132,3	130,5	132,1
F 11	12	132,3	133,4	133,9	134,8	133,2	132,0	132,9	130,8	127,8	132,3	132,3
F 12	12	131,7	131,0	131,8	129,6	131,0	131,5	131,7	130,3	130,4	131,8	131,1
	90	131,1	132,3	132,1	132,3	132,3	131,3	132,8	131,7	131,5	131,2	131,7

b. Herzfrequenz zu den einzelnen Tagesstunden.

Weiterhin erschien von Interesse, wie sich die Pulsfrequenz der Feten zu den einzelnen Tagesstunden verhielt. Dabei konnten wir feststellen, daß die Frequenzunterschiede bei den einzelnen Feten an den verschiedenen Untersuchungstagen zu den gleichen Tagesstunden recht erheblich waren.

Auch beim Vergleich der mittleren Stundenwerte bei den einzelnen Feten waren relativ große Unterschiede festzustellen. So fanden wir als niedrigsten 6 Uhrwert eine Frequenz von 125 Schl/min (bei Nr. 4), während das Maximum 134 Schl/min (bei Nr. 9 betrug).

Dabei fiel auf, daß die Pulsfrequenz beim einzelnen Feten im Verlauf eines Tages relativ konstant blieb. Das Frequenzniveau war jedoch bei den verschiedenen Feten unterschiedlich.

Wie wir schon vorher bei den Frauen sahen, ließ sich aus den Absolutwerten nicht sehr viel über die Veränderungen der Pulsfrequenz im Verlauf des Tages erkennen. So wandten wir auch hier wiederum das gleiche Verfahren zur weitgehenden Ausschaltung der individuellen Schwankungen an.

Die arithmetischen Mittelwerte der Pulsfrequenz der einzelnen Feten zu den verschiedenen Tagesstunden in Prozent der mittleren Tagespulsfrequenz sind in Tabelle 8 zusammengefaßt. Aus den in der Tabelle niedergelegten Zahlen wird deutlich, daß die Werte vollkommen willkürlich über Tag und Nacht verteilt liegen.

Außerdem berechneten wir nun noch die mittleren Stundenwerte von allen Feten. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengefaßt und in Abbildung 1 graphisch dargestellt.

Bei der Betrachtung dieser Kurve fällt eine verhältnismäßig geringe Streuung auf, was auf eine relative Konstanz der fetalen Pulsfrequenz schließen läßt. Diese bewegt sich während des ganzen Tagesverlaufs ganz nahe dem Tagesmittel. Ausgesprochene Gipfel oder Senken sind nicht vorhanden.

Tabelle 8

Mittlere prozentuale Schwankungen der fetalen Herzfrequenz zu den einzelnen Tagesstunden
um den Tagesmittelwert

RM zu den einzelnen Tagesstunden (Herzfrequenz / ‰ vom Tagesmittel											
Lfd. Nr. der Feten	Anzahl der Tages- perioden	6.00	9.00	11.00	13.00	15.00	17.00	19.00	21.00	24.00	3.00
F 1	3	102,0	101,2	99,6	98,9	97,0	100,6	98,0	101,9	99,6	100,2
F 2	3	103,6	95,4	100,6	101,4	100,6	98,5	100,1	99,9	100,6	97,2
F 3	3	98,6	103,3	99,7	99,9	102,0	98,0	101,6	97,5	101,1	98,9
F 4	6	100,3	99,9	102,3	99,4	98,7	102,4	99,9	100,3	99,6	97,5
F 5	7	98,2	100,6	101,3	102,7	101,8	100,8	101,2	98,9	96,6	97,9
F 6	8	100,5	100,4	100,2	100,0	99,5	99,5	100,8	101,2	101,2	96,9
F 7	2	97,2	99,9	94,9	104,8	101,8	99,5	102,9	102,2	97,9	99,1
F 8	11	96,4	100,9	101,9	113,6	100,9	101,2	102,1	100,4	97,4	98,2
F 9	11	90,4	101,1	91,8	102,6	100,3	101,1	100,7	100,4	96,0	97,3
F 10	12	99,9	99,5	99,9	98,4	101,2	100,6	101,5	99,9	100,1	98,8
F 11	12	100,0	100,8	101,3	101,8	100,6	99,6	100,4	107,3	96,6	99,9
F 12	12	100,7	99,7	100,5	98,8	99,9	100,3	100,5	99,4	99,5	100,5

Wir untersuchten nun, ob überhaupt ein signifikanter Unterschied zwischen dem höchsten und dem niedrigsten prozentualen Stundenmittelwert vorhanden war und konnten feststellen, daß das Frequenzmaximum von 13 Uhr mit 101,0 % signifikant höher lag als der niedrigste Wert, der 98,7 % des Tagesmittels betrug und um 24 Uhr zu finden war.

Im ganzen schienen die Nachtwerte der Feten etwas tiefer zu liegen als die Tagwerte. Um dieses zu verifizieren, berechneten wir nun für die beiden Fetalperioden, (Gruppe I: 8. u. 9. Monat, Gruppe II: 10. Monat) die mittlere Pulsfrequenz und Streuung für die Tagperiode (9 Uhr bis 19 Uhr) und Nachtperiode (21 Uhr bis 6 Uhr) gesondert.

Dabei konnten wir feststellen, daß bei Gruppe I die mittlere Pulsfrequenz am Tag mit 134 Schl./min. signifikant höher war als diejenige in der Nacht mit 132,4 Schl./min. (Siehe Tabelle 9).

Dieser Tag-Nachtunterschied ließ sich jedoch nur bei den Feten im 8. und 9. Monat feststellen. Bei Gruppe II (10. Lunarmonat) war der Unterschied zwischen dem mittleren Tagwert von 129,6 Schl./min. und dem Mittelwert der Nachtperiode von 128,4 Schl./min. nicht signifikant. Möglicherweise ist dieses Ergebnis jedoch auf die relativ geringe Anzahl von Messungen während dieser Fetalperiode zurückzuführen.

Bei Zusammenfassung beider Fetalgruppen ergab sich für die Tagesperiode (von 9 bis 19 Uhr) eine mittlere Pulsfrequenz von 132,4 Schl./min., für die Nachtperiode ein Mittelwert von 130,7. Dieser Unterschied war signifikant.

Weiterhin erschien von Interesse, ob bei dem Abfall der Pulsfrequenz im Verlauf der letzten Fetalmonate Tag- und Nachtperioden gleichmäßig beteiligt sind. Dabei konnten wir feststellen, daß der Abfall der fetalen Pulsfrequenz während der letzten Periode der Schwangerschaft in den Tagesstunden mit 4,3 Schl./min. um ein geringes größer war als in der Nachtperiode, wo die Differenz der Pulsfrequenz 3,9 Schläge betrug.

Verglich man die Pulswerte der Tagesstunden von 9-17 Uhr und von 19-6 Uhr während der Fetalzeit mit den gemeinsam mit Biersack errechneten Pulswerten in der I. Lebenswoche, so zeigte sich in beiden Tagesabschnitten ein sehr signifikanter Abfall zur Neugeborenenperiode hin. Der Unterschied war jedoch in der Tagesperiode etwas größer (3 Schläge) als in der Nachtperiode. (Siehe Tabelle 9).

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß wir während der Fetalperiode keine, der Tagesrhythmik der Erwachsenen vergleichbare Periodizität der Puls-

frequenz feststellen konnten. Bei der Kurve, die wir anhand der von uns gefundenen Werte aufstellten, waren keine deutlichen Gipfel oder Senken festzustellen, sondern die Werte lagen mit einer verhältnismäßig geringen Streuung zu allen Tagesstunden nahe dem Tagesmittel. Wir konnten lediglich nachweisen, daß der Mittelwert der Tagesperioden signifikant höher lag als derjenige der Nachtstunden.

c. Die Herzfrequenz in den einzelnen Abschnitten der Fetalperiode.

Es interessierte uns nun die Frage, ob sich die Pulsfrequenz im Verlauf der letzten Fetalmonate verändert. Wir faßten darum die beobachteten Feten jeweils in zwei Gruppen zusammen. Zu Gruppe I zählten wir die Feten im 8. und 9. Monat, zu Gruppe II die Feten im 10. Monat. Für beide Gruppen errechneten wir die mittlere Pulsfrequenz und Streuung gesondert und grenzten nach dem oben angegebenen Verfahren den Zufallsbereich mit Hilfe der t-Funktion ab.

	Mittlere Herzfrequenz	Streuung	Anzahl der Einzelmessungen	
8. u. 9. Monat	133,5	4,8	580	t = 12,0
10. Monat	129,0	6,3	320	

Daraus ergab sich nun, daß der Tagesmittelwert der Feten im 8. u. 9. Lunarmonat mit 133,5 Schl./min. signifikant höher lag als derjenige im 10. Monat mit einer Höhe von 129,0 Schl./min.

Es erhob sich nun die Frage, inwieweit sich dieser im Laufe der letzten Fetalmonate gefundene Pulsabfall bis in die Geburts- und Nachgeburtsperiode fortsetzt. Die gemeinsam mit Biersack durchgeführten Untersuchungen über die Pulsfrequenz während und nach der Geburt ergaben als Durchschnittswert für die Eröffnungsperiode eine Frequenz von 135,5 Schl./min. Dieser Wert lag signifikant höher als der v. uns errechnete Tagesmittelwert v. 129,0 Schl./min. im letzten Schwangerschaftsmonat.

	Mittlere Herzfrequenz	Streuung	Anzahl der Einzelmessungen	
Eröffnungsperiode	135,5	$\pm$ 4,98	737	t = 25,44
10. Fetalmonat	129,0	$\pm$ 6,30	320	

Unsere Ergebnisse lassen erkennen, daß die fetale Herzfrequenz in den letzten Schwangerschaftsmonaten abfällt und erst zu Beginn der Geburt wieder ansteigt. Verfolgt man jedoch die weitere Entwicklung während der Austreibungsperiode (132,4 Schl./min.) und Nachgeburtsperiode (113,0 Schl./min.) unmittelbar nach dem Abnabeln, so bleibt die bereits innerhalb des letzten Schwangerschaftsmonats sichtbare Tendenz zum Frequenzabfall, auch bis zum Zeitpunkt unmittelbar nach der Geburt, fortbestehen. (siehe Arbeit BIRSACK)

d. Abhängigkeit der Herzfrequenz vom Geschlecht des Feten.

Wir versuchten nun noch die Frage zu klären, ob eine Beziehung zwischen dem Geschlecht des Feten und der Höhe seiner Pulsfrequenz beobachtet werden könne. Zu diesem Zwecke errechneten wir für die männlichen Feten und die weiblichen Feten die mittlere Herzfrequenz und Streuung gesondert.

Dabei gewannen wir für die männlichen Feten in den letzten 3 Fetalmonaten einen Gesamtmittelwert von 130,8, für die weiblichen eine durchschnittliche Herzfrequenz von 132,5. Mit Hilfe der t-Funktion konnten wir nachweisen, daß die mittlere Herzfrequenz der weiblichen Feten signifikant höher war als die der männlichen.

	Zahl der Einzelmessungen	Mittlere Pulsfrequenz	Streuung	Differenz
männliche Feten	300	130,78	4,8	3,9 signifikant
weibliche Feten	600	132,26	5,6	

3. Beziehungen zwischen kindlicher und mütterlicher Herztätigkeit

Nachdem wir das Verhalten bei Graviden und Feten gesondert beschrieben haben, gilt noch zu klären, ob sich irgendwelche Zusammenhänge oder Beziehungen zwischen mütterlicher und kindlicher Herzfrequenz nachweisen lassen.

Wenn man die absoluten Pulswerte der einzelnen Schwangeren und Feten betrachtet, so kann man keine Beziehungen zwischen der Höhe der mütterlichen und kindlichen Pulsfrequenz feststellen.

Es ist nicht so, daß bei einer Schwangeren mit einer relativ hohen Pulsfre-

quenz auch der Fetus eine hohe Herzfrequenz aufweist. Zum Beispiel konnten wir feststellen, daß eine Frau (G10) den höchsten von uns ermittelten Puls-wert zeigte, während wir bei derselben Frau die niedrigste überhaupt gemessene fetale Herzfrequenz fanden.

Auch bei den Tagesmittelwerten fanden wir keine Übereinstimmung der Maxima bzw. Minima der Herzfrequenz bei denselben Schwangeren und Feten.

Es ließen sich also keine Anhaltspunkte dafür finden, daß das Niveau der der mütterlichen Pulsfrequenz in irgendwelcher Beziehung zur Höhe der fetalen Herzfrequenz steht. (Siehe Tabelle 10).

Vergleicht man die Differenz 58 Schl. zwischen dem höchsten und niedrigsten von uns gefundenen einzelnen Pulswert bei den Schwangeren mit der Differenz von 38 Schl. zwischen dem fetalen Maximum und Minimum, so ist ersichtlich, daß die Amplitude der Pulsfrequenz beim Feten wesentlich geringer ist als beim Erwachsenen.

Ebenso läßt sich aus der Streubreite eine weit größere Konstanz der fetalen Pulsfrequenz nachweisen als der mütterlichen.

Auch die intraindividuellen Schwankungen der Pulsfrequenz waren bei den Schwangeren erheblich größer als bei den Feten. So betrug die größte Frequenz-differenz bei einer Graviden (G 12) 51 Schl., während wir bei den Feten als Maximum eine Differenz von 24 Schl. fanden. (bei F 6).

Interessanterweise wies die Frau (G 12) mit der größten Frequenzdifferenz der mütterlichen Pulswerte von 51 Schl. den niedrigsten von uns ermittelten fetalen Frequenzunterschied (16 Schl./min.) auf, während das Minimum der mütterlichen Frequenzdifferenz von 36 Schl. mit dem Maximum der fetalen von 24 Schl. (bei G 6 und F 6) zusammenfiel.

Ein ähnlicher Befund wurde auch bei der Betrachtung der intraindividuellen Schwankungen der Tagesmittelwerte bei Graviden und Feten deutlich. Auch hier waren die Frequenzdifferenzen bei den Müttern größer als beiden Feten, und auch hier ergab sich, daß wir z. B. das Minimum der Schwankungen zwischen den mütterlichen Tagesmittelwerten mit 6,9 Schl./min. bei G 6 fanden, während der Fet F 6 die größte Frequenzdifferenz von 11,1 Schl./min. zwischen den Tagesmittelwerten aufwies.

Tabelle 9

Mittelwerte der Herzfrequenz in verschiedenen Abschnitten der Fetalzeit zu den Tages- und Nachtstunden

		Zahl der Einzel-messung.	Mittlere Herz-frequenz Schl/min.	Streuung	Differenz
8. und 9. Fetalmonat	Tagesstunden 9 ⁰⁰ - 19 ⁰⁰	348	134,03	$\pm 4,6$	t = 4,08
	Nachtstunden 21 ⁰⁰ - 6 ⁰⁰	232	132,38	$\pm 4,96$	signifikant
10. Fetalmonat	Tagesstunden 9 ⁰⁰ - 19 ⁰⁰	192	129,67	$\pm 6,12$	t = 1,68
	Nachtstunden 21 ⁰⁰ - 6 ⁰⁰	128	128,47	$\pm 6,48$	nicht signif.
8. - 10. Fetalmonat	Tagesstunden 9 ⁰⁰ - 19 ⁰⁰	540	132,44	$\pm 5,2$	t = 4,81
	Nachtstunden 21 ⁰⁰ - 6 ⁰⁰	360	130,72	$\pm 5,32$	signifikant
Fetaler Stunden-mittelwert in %	Höchster Std.-mittelwert in %	90	101,0	$\pm 3,0$	t = 4,28
	niedrigster Std.-mittelwert in %	90	98,7	$\pm 4,22$	signifikant
Tagesstunden 9-17 bzw. 7-17	Fetalperiode	450	132,37	$\pm 5,68$	= 56,10
	1. Lebenswoche	344	123,04	$\pm 12,79$	signifikant
Nachtstunden 19-6 bzw. 19-5	Fetalperiode	450	131,14	$\pm 5,68$	25,69
	1. Lebenswoche	332	125,33	$\pm 13,62$	signifikant

Tabelle 10

Vergleich der Mittelwerte der Herzfrequenz bei den einzelnen Feten und Graviden Schl/min.

Lfd. Nr. Feten u. Graviden	Gravide	Feten
1.	67,9	127,1
2.	68,7	126,2
3.	67,9	132,3
4.	80,1	124,7
5.	83,9	128,0
6.	81,7	133,8
7.	71,9	130,7
8.	89,3	134,2
9.	68,2	135,8
10.	91,8	132,1
11.	76,6	132,3
12.	69,7	131,1

Es läßt sich also sagen, daß eine relative Konstanz der mütterlichen Pulsfrequenz nicht auf eine solche der fetalen Herzschlagfolge schließen läßt, ebenso wie eine größere Labilität des mütterlichen Pulses durchaus nicht mit großen fetalen Frequenzdifferenzen in Zusammenhang stehen muß.

Sowohl bei Schwangeren als auch bei Feten konnte jedoch festgestellt werden, daß die intraindividuellen Schwankungen der Herzfrequenz geringer waren als die interindividuellen.

Im Hinblick auf die Veränderung der Pulsfrequenz im Verlauf der letzten Schwangerschaftsmonate hatten unsere Untersuchungen ergeben, daß die fetale Herzfrequenz zur Geburt hin abfällt. Bei den Schwangeren hingegen konnten wir nur einen „wahrscheinlich signifikanten“ Unterschied zwischen der Pulsfrequenz im 8. bzw. im 9. und 10. Monat feststellen.

Wenn man das Verhalten der mütterlichen und kindlichen Herzfrequenz zu den einzelnen Tageszeiten miteinander vergleicht, so werden hier sehr wesentliche Unterschiede erkennbar.

Bei den Schwangeren fanden wir, wie es in der Literatur für den erwachsenen Menschen beschrieben wurde, einen eindeutigen Tagesrhythmus der Pulsfrequenz.

Das Maximum der Pulsfrequenz lag bei den Frauen um 9 Uhr morgens. Dieser Vormittagsgipfel wurde von dem Nachmittagsgipfel, der bei 19 Uhr lag, durch eine leichte Mittagssenke getrennt. Um 20 Uhr unterschritt die Kurve das Tagesmittel und fiel dann zu einer tiefen Nachtsenke ab, die um 6 Uhr ihren niedrigsten Stand erreichte.

Demgegenüber konnten bei den Feten keine vergleichbaren tagesrhythmischen Veränderungen festgestellt werden. Die fetale Pulsfrequenz bewegte sich, unbeeinflusst von der mütterlichen während der ganzen Tagesperiode ganz nahe dem Tagesmittel, ohne irgendwelche ausgeprägten Gipfel oder Senken aufzuweisen.

Im Verlauf der 24-Stunden-Periode zeigte der Fet lediglich ein geringgradiges Absinken der Frequenz zur Nacht hin.

IV. Besprechung der Ergebnisse

Die Besprechung der im vorstehenden mitgeteilten Ergebnisse über die Pulsfrequenz in der Schwangerschaft bei Mutter und Kind unter besonderer Berücksichtigung tagesrhythmischer Veränderungen hat sich in erster Linie mit den in der Literatur niedergelegten Befunden auseinanderzusetzen.

Grundsätzlich konnten auch wir durch unsere Untersuchungen bestätigen, daß die einzelnen Pulswerte zu verschiedenen Tagesstunden bei Schwangeren und Feten großen inter- und intraindividuellen Schwankungen unterlagen.

Trotzdem gelang es uns, einige Gesetzmäßigkeiten des Pulsfrequenz-Verhaltens bei Schwangeren und Feten festzustellen, die bisher noch nicht bekannt waren. Dies ist u. a. darauf zurückzuführen, daß, soweit uns bekannt wurde, fortlaufende Pulszählungen über ganze Tagesperioden bei Müttern und Kindern vor der Geburt bisher nicht durchgeführt worden sind. Gerade diese fortlaufenden Pulszählungen unter den bei uns gegebenen Bedingungen ermöglichten jedoch einen objektiven Einblick in den Verlauf der Pulsfrequenz und Aussagen im Hinblick auf tagesperiodische Veränderungen.

Bei unseren Untersuchungen fanden wir bei den Schwangeren in den letzten Schwangerschaftsmonaten eine mittlere Pulsfrequenz in Höhe von $79,6 \pm 11,6$ Schl. / min..

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch die Autoren KEHRER (60), SLEMONS und GOLDBOROUH (98), JASCHKE (55), FREY (38), KUKENBERG (65), HANSEN (45), GEWÜRZ (39), und PEREZ (79). Nach deren Angaben bewegte sich die mittlere Pulsfrequenz bei Schwangeren in einer Größenordnung von 76 — 91 Schl./min..

Über die Veränderung der Pulsfrequenz in der Schwangerschaft gegenüber der Zeit außerhalb der Gravidität gingen die Meinungen der Autoren auseinander. So behaupteten NARANJO, CORNEJO und BORNEO (77), KRUKENBERG (65), daß sich die Pulsfrequenz Schwangerer, verglichen mit der von Nichtgraviden, nicht oder nicht wesentlich verändere, während JENSEN und NORGAAARD (56), BREHM und KINDLING (14), MAHON (72), FREY (38), SVARZMANN (109), DAVIS (25) und BURWELL (16) die Ansicht vertraten, daß die Herzfrequenz in der Schwangerschaft etwas erhöht sei.

Unter unseren Untersuchungsbedingungen war es nicht möglich, die Pulsfrequenz der untersuchten Frauen außerhalb der Schwangerschaft zum Vergleich heranzuziehen, so daß wir uns nicht für eine dieser beiden Auffassungen entscheiden können.

Von einer gesteigerten Labilität der Pulsfrequenz in der Schwangerschaft sprachen JASCHKE (55), KEHRER (60), KRUKENBERG (65), BREHM und KINDLING (14).

Damit stimmten unsere Beobachtungen überein, daß die mittlere Streuung der Frequenz mit 11,6 verhältnismäßig hoch war.

Während HUNGERLAND und ZENS (52) in ihren Pulsfrequenzbeobachtungen an Kindern feststellten, daß die intraindividuellen Schwankungen ebenso groß waren wie die interindividuellen, ergaben unsere Werte der mittleren Tagespulsfrequenzen bei ein und derselben Frau an den fortlaufenden Untersuchungstagen viel geringfügigere Differenzen als die Durchschnittswerte der Frauen untereinander.

Zu ähnlichen Ergebnissen wie wir kam auch LANGE (63) bei ihren Untersuchungen über die kindliche Pulsfrequenz.

Über das Vorhandensein und die Beschaffenheit von tagesrhythmischen Veränderungen der Pulsfrequenz in der Schwangerschaft konnten wir in der uns bekanntgewordenen Literatur keine Angaben finden, außer einem Hinweis von JASCHKE (55) auf Tagesschwankungen der Herzfrequenz.

Es wäre denkbar, daß die vielfältigen physiologischen Veränderungen im Organismus während der Schwangerschaft auch die Tagesperiodik der Pulsfrequenz beeinflussen könnten.

Unsere Untersuchungen ergaben jedoch, daß während der Gravidität eine eindeutige Tagesperiodizität der Pulsfrequenz vorhanden war, die in ihrer Beschaffenheit im wesentlichen mit den in der Literatur beschriebenen tagesrhythmischen Veränderungen der Herzschlagfolge bei Erwachsenen übereinstimmt MENZEL (74), JORES (58), KLEWITZ (64), VÖLKER (112).

So wies die Kurve der Herzfrequenz, die VÖLKER (112) auf Grund seiner Untersuchungen an 4 Personen im Verlauf von 60 Tagen und Nächten gewonnen hatte, ebenso wie die von uns aufgezeichnete, jeweils einen durch eine Mittagssenke getrennten Vormittags- und Nachmittagsgipfel auf, während sie zur Nacht in eine tiefe Senke übergang, die ihr Minimum in den frühen Morgenstunden erreichte. Gewisse Modifikationen der verschiedenen beschriebenen Kurven dürften sich sehr wohl durch die unterschiedlichen Untersuchungsbedingungen erklären lassen.

So ist es ja bekannt und wurde auch von VÖLKER (112), JORES (58), KLEWITZ (64), ASCHOFF (1) bestätigt, daß gerade der Tagesrhythmus der

70
60
50
40
30

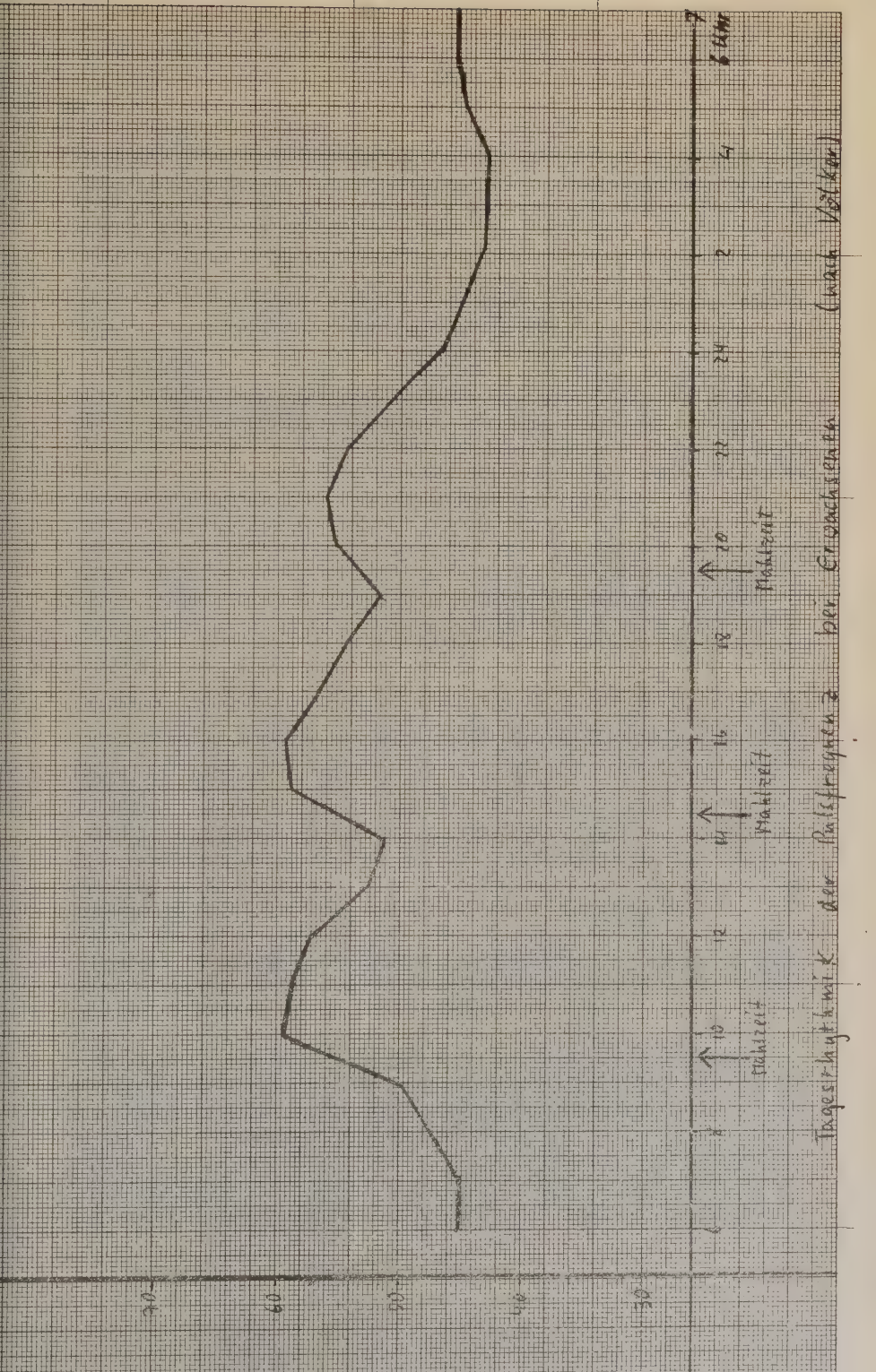
6 km
4
2
24
22
20
18
16
14
12
10
8

Fahrtzeit

Wahlzeit

Wahlzeit

Tagesrhythmik der Pulsfrequenz bei Erwachsenen (nach Völker)



Pulsfrequenz mehr als derjenige der Körpertemperatur und anderer Funktionen, durch verschiedene Lebensweisen beeinflusst wird. Den Nachweis dafür konnte VÖLKER (112) durch seine Versuche mit normalen und mit auf verschiedene Weise veränderten Tageseinteilungen (Verlegung der Mahlzeiten auf die Nacht, Umkehr der Schlafzeiten, Nüchternversuche) erbringen. Wachen und Schlafen, Essen und Fasten, Ruhen und Arbeiten etc. riefen zwar nach VÖLKER (112) als solche weder den Tagesrhythmus hervor, noch verhinderten sie ihn, wohl aber wurde er durch diese Faktoren in seiner Form und Amplitude verändert.

So dürften sich beispielsweise bei der Pulsfrequenzkurve von VÖLKER (112) die verhältnismäßig steilen Gipfel am Morgen und Nachmittag und noch ein kleiner dritter am Abend durch die unmittelbar vor den Messungen erfolgten Mahlzeiten erklären lassen.

Unsere Pulsmessungen wurden dagegen niemals nach den Mahlzeiten vorgenommen. Da, wie dies auch von LANGE (66) erwähnt wird, die durch die Nahrungsaufnahme bedingte Frequenzsteigerung mehr durch den Akt der Mahlzeit als durch das Stoffwechselgeschehen hervorgerufen zu werden scheint, dürfte die Beeinflussung der Tagesperiodizität der Pulsfrequenz durch diesen Faktor bei unseren Untersuchungen relativ gering sein.

In unserer Kurve scheint die Höhe des um 9 Uhr gelegten Morgengipfels, der den Nachmittagsgipfel deutlich überragt, damit in Zusammenhang zu stehen, daß die untersuchten Frauen vor dieser Messung stets zu leichten Arbeiten herangezogen worden waren. Wenn wir auch darauf achteten, daß die Untersuchungen nur durchgeführt wurden, nachdem die Frauen mindestens 5 Minuten lang ruhig und entspannt gelegen hatten, so dürfte die vorangegangene Bestätigung und Bewegung doch nicht ohne Einfluß auf die Pulshöhe geblieben sein.

Über das Verhalten der Pulsfrequenz während der Nacht waren die Mitteilungen von GROLMAN (40) für uns von Interesse. Durch stündliches Messen der Pulsfrequenz, welches er an 4 erwachsenen Individuen jeweils im Schlaf und unmittelbar nach dem Erwachen vornahm, konnte er feststellen, daß die Pulsfrequenz im Schlaf um durchschnittlich 5 Schläge vermindert war.

Der nächtliche Abfall wurde jedoch weder vom Schlafen noch vom Wachen beeinträchtigt. GROLMAN (40) wies darauf hin, daß die größte Schlaftiefe nicht bestimmend für das Kreislaufminimum sein könne, da letzteres erst 4—6 Stunden nach dem Einschlafen, die größte Schlaftiefe dagegen schon eine Stunde nach Schlafeintritt festzustellen sei.

WÖHLISCH (116) kam dann 1954 anhand der Daten GROLMANs (40)

zu dem Ergebnis, daß das Minimum der Kreislauffunktionen weniger durch die Einwirkung des Schlafes als durch den zeitlichen Einfluß während der Nacht bedingt sei. Das Kreislaufminimum werde um 5³⁰ Uhr, also erst etwa 7 Stunden nach Schlafbeginn erreicht.

Damit stimmte unsere Beobachtung überein, daß das Minimum der Pulsfrequenz bei der Messung um 6 Uhr zu finden war.

BRODMANN (15) machte in seinen plethysmographischen Studien am Menschen die Beobachtung, daß die Pulsfrequenz beim Einschlafen meist verlangsamt und im tiefen Schlaf sehr langsam und regelmäßig war. Beim Erwachen war entscheidend, ob der Mensch mit oder ohne Affekt aufwachte. Jeder affektstarke Weckreiz führte zu einer Beschleunigung der Pulsfrequenz, während sich beim affekthaften Erwachen keine wesentliche Veränderung zeigte.

Wir legten nun bei unseren Puls- und Herztonmessungen in der Nacht großen Wert darauf, daß es bei den Frauen nicht zu einem affekthaften Erwachen kam. (Vermeiden von Geräuschen, Taschenlampenbeleuchtung), so daß die Pulsfrequenz durch diese Maßnahme nicht wesentlich verändert worden sein dürfte.

Die Amplitude der Tageskurve der Pulsfrequenz ebenso wie die Tageschwankung der Körpertemperatur war bei Erwachsenen wesentlich geringer als im Kindesalter. (TITELBAUM und HOFFMANN (63), KLEITMANN (62), JUNDELL (59)).

So gab LANGE (66) bei den Kindern von 11 — 21 Monaten zwischen den Tages- und Nachtwerten eine Differenz von 21 Pulsschlägen an. VOLKER (112) ermittelte bei Erwachsenen zwischen dem Pulsmaximum um 10 Uhr und dem Pulsminimum um 5 Uhr einen Unterschied von 17 Pulsschlägen.

Dagegen war bei unseren Untersuchungen die Amplitude zwischen der höchsten Frequenz um 9 Uhr und der niedrigsten um 6 Uhr mit 8 Schlägen wesentlich geringer.

Mit den Angaben von VOLKER (112) stimmten auch unsere Ergebnisse überein, daß gegenüber der Tagesrhythmik der Pulsfrequenz bei Kindern die Kurve bei Erwachsenen eine Rechtsverschiebung erfuhr. So lag der Schnittpunkt der Kurve von den Nacht- zu den Tagwerten bei Kindern nach HELLBRÜGGE, LANGE und RUTENFRANZ (49) um 6 Uhr, bei jungen Säuglingen sogar bereits um 3 Uhr, während das Tagesmittel bei den Kindern zur Nacht hin gegen 20 Uhr wieder erreicht wurde. Demgegenüber wurde nach VOLKER (112)

beim Erwachsenen das Tagesmittel um 9 Uhr überschritten und erst gegen 23 Uhr wieder erreicht.

Bei der von uns ermittelten Kurve der Tagesrhythmik der Pulsfrequenz lagen die Schnittpunkte gegen 8 u. 20 Uhr. Die Tatsache, daß der nächtliche Abfall nach den Angaben von VÖLKER (112) u. nach unseren eigenen zu einem verschiedenen Zeitpunkt erfolgte, könnte darauf zurückzuführen sein, daß die Abendmahlzeit, die nach VÖLKER (112) ja eine Steigerung der Pulsfrequenz zur Folge hat, bei den von uns untersuchten Frauen um 17,30 Uhr, bei den von VÖLKER (112) untersuchten Erwachsenen aber erst gegen 20 Uhr eingenommen wurde. Auch mag es eine Rolle spielen, daß bei unseren Untersuchungen die Frauen unter Klinikbedingungen lebten, und daß die Bettruhe schon verhältnismäßig früh, um 21 Uhr, eintrat.

Wir konnten also bei unseren Untersuchungen keine Anhaltspunkte dafür finden, daß die physiologischen Veränderungen in der Schwangerschaft auf die tagesrhythmischen Veränderungen der Pulsfrequenz einen Einfluß ausüben.

Über die Höhe der fetalen Pulsfrequenz standen sich bei den einzelnen Autoren recht verschiedenartige Aussagen gegenüber. Es fanden sich sowohl Angaben über eine Frequenz von 92 als auch von 200 Schl./min.. Bei den extrem hohen und niedrigen Werten dürfte es sich jedoch um pathologische Frequenzen handeln. Trotzdem erschien die Variationsbreite der fetalen Herzfrequenz recht groß. Am häufigsten wurde eine Frequenz von 120 — 160 Schl./min. mit einem gehäuftem Vorkommen von 130 — 150 gefunden, (JOHN und Schick (57), WONG und CASSELS (117), ESCHBACH (32), DUBOIS (30), NÄGELE (76), STOECKEL (106), DOERFEL (27), DE LEE (68), SCHWARZ (95).)

Bei unseren Messungen ermittelten wir bei Zusammenfassung der Werte aller Feten vom 8. — 10. Lunarmonat eine durchschnittliche Frequenz von 131,7 Schl./min.. Doch wurden von uns nicht derartig hohe und niedrige Werte beobachtet, wie sie bei manchen Autoren angegeben wurden. Vielmehr betrug bei unseren Untersuchungen der Frequenzunterschied zwischen dem Maximum mit 148 und dem Minimum mit 110 nur 38 Schl./min.. Dieses Ergebnis deckte sich mit der Angabe von SCHWARZ (95), wonach sich die Frequenzänderungen in Abweichungen von 30 — 40% um den Mittelwert bewegen.

Die Tatsache, daß die Frequenzunterschiede bei den von uns untersuchten Feten geringer waren als bei den Beobachtungen mancher Autoren, dürfte vielleicht auch damit in Zusammenhang stehen, daß wir nur Messungen in den drei letzten Schwangerschaftsmonaten, also einem verhältnismäßig kurzem Zeitraum vornahmen, während sich viele in der Literatur angegebene Werte auf ganz verschiedene Fetalmonate von Beginn der Wahrnehmlichkeit an bezogen. Die

von manchen Autoren angegebene altersbedingte Verschiedenheit der fetalen Pulshöhe könnte nun auch zur Erklärung der großen Frequenzunterschiede beitragen.

Die Beobachtung, daß die Herzfrequenz des Feten, verglichen mit der des Neugeborenen, eine viel größere Konstanz aufwies, hat SEITZ (96) bereits 1903 beschäftigt. Er glaubte, daß die Tatsache „nicht durch eine größere primäre Stabilität der den Rhythmus der Herzaktion beherrschenden nervösen und muskulären Elemente zu erklären sei, welche Annahme gegen das mit zunehmendem Kindesalter stets zu beobachtende Konstanterwerden der Herzaktion verstieße“, sondern durch das konstante Milieu, das den Feten von Reizen der Außenwelt so gut wie völlig abschließt.

Mit der Deutung der fetalen Herzfrequenzschwankungen haben sich eine Reihe von Autoren beschäftigt. Fast alle stimmten darin überein, daß Eigenbewegungen des Feten eine wichtige Ursache für Herzfrequenzänderungen darstellen. MARTIUS (73), LANDOIS-ROSEMAN (67), ESCHBACH (32), DE LEE (68), RECH (87). Lediglich SCHWARZ (95) glaubte feststellen zu können, daß die Bewegungen der Frucht nicht regelmäßig eine Beschleunigung der fetalen Herztöne auslösen. Für die Annahme, daß durch Bewegungen der Frucht stets Frequenzänderungen hervorgerufen werden, sprach nach Meinung RECHs (87) auch die Tatsache, daß die Frequenzzunahme unmittelbar nach Beginn der Muskeltätigkeit einsetzt und sofort nach Beendigung derselben aufhört, was genau dem Verhalten im extrauterinen Leben entspricht.

Seiner Meinung nach hingen jedoch nur größere Frequenzänderungen mit Eigenbewegungen der Frucht zusammen. Kleinere Schwankungen deutete er als Folge einer Labilität des zentralen Tonus der Herznerven.

Von DE LEE (68), ESCHBACH (32), WINCKEL (115), SEITZ (96) wurde beobachtet, daß auch noch andere Faktoren die fetale Herzfrequenz beeinflussten. So erhöhten nach ihren Angaben Temperatursteigerung der Mutter, Fasten, Asphyxie, Palpation die Frequenz, während Kompression des Schädels und Steigerung des intrauterinen Druckes die Herzschlagfolge verlangsamt.

Unter unseren Untersuchungsbedingungen war es nicht möglich, Aussagen über die Ursachen der Frequenzschwankungen zu machen.

Wir konnten jedoch durch unsere Ergebnisse den Befund von RECH (87) bestätigen, wonach das Ausmaß der Schwankungen bei den einzelnen Fetalindividuen verschieden ist, und daß man Feten mit wenig ausgeprägten Frequenzschwankungen und solche mit sehr labiler Herztätigkeit unterscheiden kann.

Ebenso deckten sich unsere Beobachtungen mit der Feststellung von ESCHBACH (32), daß jeder Fet eine individuelle Höhe der Pulsfrequenz aufweist, welche mit relativer Konstanz eingehalten wird.

Dieser Auffassung einer individuellen Regulierung der fetalen Herzfrequenz setzte SMITH (99) seine These gegenüber, daß das Kreislaufgeschehen bis zur Geburt von einer mehr oder weniger unkontrollierten und fundamentalen Eigenfrequenz beherrscht wird, und daß erst später durch langsame Reifung der Kreislauforgane eine Art individueller Kontrolle zustande komme. Dazu führte er die interessante Beobachtung an, daß sich die Pulsfrequenz bei den Feten der meisten Tiere in annähernd der gleichen Größenordnung bewegt und keine Beziehung zu der endgültigen Pulsfrequenz der ausgewachsenen Tiere hat. Diese Herzfrequenz des ausgereiften Tieres kann bei kleinen Lebewesen, z. B. Ratten und Vögeln schneller als die des Feten derselben Art, oder, wie es bei Ochsen und Menschen der Fall ist, wesentlich langsamer sein.

Zur Frage nach der Abhängigkeit der Pulsfrequenzhöhe vom Alter des Feten fanden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben. So behaupteten einige ältere Autoren (SEITZ (96), DUBOIS (30), HÜTER (51), NÄGELE (76), FRANKENHÄUSER (36), ZIEGENSPECK (119) und später auch JOHN und SCHICK (57), daß sich die Frequenz der fetalen Herzschläge im Laufe der Schwangerschaft nicht wesentlich ändere und vom Beginn der Wahrnehmbarkeit bis zur Geburt in der nämlichen Frequenz zu hören sei.

Demgegenüber vertraten BUTTNER (18), HOHL (50), BOLZONI (12), SARWEY (91), SMITH (99), WONG und CASSELS (117), BERNSTEIN und MANN (7) die Ansicht, daß die Höhe der Pulsfrequenz in umgekehrtem Verhältnis zur Entwicklung des Feten stehe. SMITH (99), BERNSTEIN und MANN (7) haben als erste an einem größeren Beobachtungsgut im Laufe der Schwangerschaft vom 4. — 8. Monat einen Abfall der fetalen Herzfrequenz beobachten können. Vom 8. Monat bis zur Geburt erfolgte nach ihren Angaben dann wieder ein leichter Anstieg der Herzschlagzahl.

Durch unsere eigenen Ergebnisse konnten wir diesen Befund eines Abfalls der fetalen Herzfrequenz im Verlauf der Schwangerschaft bestätigen. Allerdings fanden wir den von SMITH (99), BERNSTEIN und MANN (7) beschriebenen Anstieg der Pulsfrequenz in den letzten Monaten nicht, sondern die von uns gefundenen Herzfrequenzwerte lagen bei den Feten im 10. Monat signifikant niedriger als bei denjenigen im 8. bzw. im 9. Lunarmonat.

Ein Vergleich mit der Höhe der Frequenz in der Eröffnungsperiode (die Werte; wurde gemeinsam mit BIRSACK (11) gewonnen und sind in der Arbeit von;

BIERSACK (11) niedergelegt) zeigte, daß der fetale Pulsfrequenzabfall im Verlauf der Schwangerschaft sich nicht bis in die Eröffnungsperiode hinein fortsetzte, sondern zu diesem Zeitpunkt bereits wieder signifikant höher lag als im 10. Lunarmonat.

Nach einer weiteren Verminderung der Pulswerte während der Geburt und einem Minimum am ersten Lebenstag stieg dann die Pulsfrequenz nach den Angaben von LANGE (66) und nach unseren gemeinsam mit BIRSACK (11) gemachten Beobachtungen wieder an bis zur 6. Lebenswoche. Die durchschnittliche Höhe der fetalen Pulsfrequenz wurde im Verlauf der 2. Lebenswoche meist wieder erreicht und gegen Ende des 1. Trimenon überschritten.

Zu der Frage, ob eine Abhängigkeit zwischen der Höhe der Herzfrequenz und dem Geschlecht des Feten nachweisbar sei, fanden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben. Einige Autoren (SMITH (99), DIETRICH und EICH-HOFF (28), BERNSTEIN und MANN (7)) vertraten die Ansicht, daß zwischen der männlichen und weiblichen Frucht kein Unterschied in der Herzschlagfolge bestehe, wogegen FRANKENHÄUSER (36) und PREYER (84) behaupteten, daß höhere fetale Herzfrequenzen mit größerer Wahrscheinlichkeit für Mädchen, niedrigere mehr für das Vorhandensein von Knaben sprächen. WONG und CASSELS (117) schließlich fanden bei ihren Beobachtungen an 31 männlichen und 31 weiblichen Feten bei letzteren eine niedrigere Frequenz. Der Unterschied war jedoch nicht signifikant.

Wir konnten bei unseren eigenen Beobachtungen, übereinstimmend mit FRANKENHÄUSER (36) und PREYER (84), feststellen, daß die Herzfrequenz bei männlichen Feten im Durchschnitt etwas geringer war als bei weiblichen. Der Unterschied ist bei dem relativ hohen Streubereich jedoch zu gering, um im Hinblick auf das Geschlecht des Kindes irgendwelche prognostischen Aussagen machen zu können.

Über das Verhalten der fetalen Pulsfrequenz zu den einzelnen Tagesstunden konnten wir in der Literatur keine Angaben finden.

Da außer der Herztonzählung noch keine Messungen irgendwelcher tagesrhythmischer Funktionen beim Feten durchgeführt worden sind, wissen wir nichts über das Vorhandensein irgendeiner fetalen Tagesperiodik.

Unsere Beobachtungen ergaben nun, daß ein ausgesprochener Tagesrhythmus der Pulsfrequenz beim Feten, der mit dem beim Erwachsenen vorhandenen zu vergleichen wäre, nicht vorhanden ist.

Allerdings konnten wir nachweisen, daß die mittlere Frequenz der Tagwerte geringgradig höher lag als die der Nachtperiode. Da beim Neugeborenen noch keine Tag- Nachtunterschiede der Pulsfrequenz und der Körpertemperatur vorhanden sind, bleibt als Schlußfolgerung, daß die Tag- Nachtdifferenz bei den Feten exogen bedingt ist. Hierfür dürften Zeitgeberreize, insbesondere die Tag- Nachtschwankungen der mütterlichen Körpertemperatur eine wesentliche Rolle spielen.

Zusammenfassung

Vorliegende Arbeit über die Pulsfrequenz und deren tagesrhythmische Veränderungen während der Schwangerschaft bei Mutter und Kind vermittelt zunächst einen Überblick über die in der Literatur niedergelegten Beobachtungen zu diesem Thema.

Der Hauptteil befaßt sich mit der Beschreibung der Ergebnisse eigener Untersuchungen.

An 12 Frauen wurden in insgesamt 90 Tagesverläufen 1800 Einzelmessungen durchgeführt. Die Herztöne der Feten und die Pulsfrequenz der Mutter wurden tagsüber in zwei-, nachts in drei- stündigen Intervallen ermittelt.

Die Messungen erfolgten durch Palpation der arteria radialis bei den Schwangeren und durch Abhören der kindlichen Herztöne mit dem Holzstethoskop.

Die untersuchten Schwangeren befanden sich im 8.—10. Lunarmonat.

Hierbei konnten wir bei den Graviden eine mittlere Tagespulsfrequenz von 78,6 Schl./min. feststellen. Die Differenz zwischen der durchschnittlichen Pulshöhe im 8. und 9. bzw. 10. Monat war nicht signifikant. Es war eine eindeutige Tagesperiodizität der Pulsfrequenz vorhanden mit zwei ausgeprägten Tagesgipfeln um 9 und 19 Uhr und einer tiefen Senke zur Nacht hin, die um 6 Uhr ihr Minimum erreichte.

Demgegenüber konnte bei den Feten keine vergleichbare Tagesrhythmik beobachtet werden. Jedoch ließ sich feststellen, daß die fetale Pulsfrequenz in den Tagesstunden geringgradig höher lag als während der Nachtzeit. Die Tag-Nachtdifferenz betrug aber nur 1,7 Schl./min..

Im Verlauf der letzten Schwangerschaftsmonate wurde ein Abfall der fetalen Pulsfrequenz zur Geburt hin sichtbar. Die mittlere Tagespulsfrequenz betrug im 8. und 9. Monat $133,5 \pm 5$ im 10. Monat $129,0 \pm 6$ während der Eröffnungsperiode $135,5 \pm 4,9$.

Der Gesamtmittelwert der weiblichen Feten lag um 1,5 Schläge höher als die durchschnittliche Frequenz der männlichen.

Literaturverzeichnis

- 1) ASCHOFF J. Zeitgeber der tierischen Tagesperiodik
Naturwiss. 41, 49 (1954)
- 2) ASCHOFF J. Exogene und endogene Komponente der
24-Stundenperiodik bei Tier und Mensch
Naturwiss. 42, 569 (1956)
- 3) ASCHOFF J. Tagesperiodik bei Mäusestämmen unter
konstanten Umgebungsbedingungen
Pflügers Arch. 262, 51-59 (1955)
- 4) BARCROFT zitiert nach SMITH
- 5) BELL G. H. The human fetal electrocardiogram
J. Obstetr. 45, 802-809 (1938)
- 6) BENAT A. Über Herztonschreibung
Klin. Wschr. 16, 752 (1928)
- 7) BERNSTEIN R. Clinical Evaluation of Fetal Electrocardiography
und MANN H. Study of 100 Cases by New Technique and
an Improved Instrument.
Am. J. Obst. + Gyn. 43, 21 (1942)
- 8) BERUTI J. A. Fernauskultation und Registrierung der fetalen
Herztöne
Arch. Gyn. 132, 52 (1927)
- 9) BETHE A. und Handbuch dernationalen und pathol. Physiologie
BERGMANN C. Springer, Berlin (1932)
- 10) BICKENBACH Physiologie des fetalen Herzens und Kreislaufs
in SEITZ' AMREICH: Biologie und Pathol.
des Weibes.
Berlin, Urban und Schwarzenberg (1955)
- 11) BIRSACK Über die Pulsfrequenz des Kindes während
und nach der Geburt.
Diss. München (1958)
- 12) BOLZONI zitiert nach BICKENBACH
- 13) BREHM Der Kreislauf während Zyklus, Schwangerschaft
und Wochenbett.
Die Medizinische 760, 62 (1956)
- 14) BREHM u. KINDLING Der Kreislauf während Schwangerschaft und
Wochenbett.
Arch. Gyn. 185, 696-712 (1955)

- 31) EISMAYER und POHL Untersuchungen über den Kreislauf und den Gasstoffwechsel in der Schwangerschaft bei Arbeitsversuchen
Arch. Gynäk. 156, 428 (1932)
- 32) ESCHBACH Die physiologische intrauterine kindliche Herzfrequenz
Zschr. f. Gyn. 140, 21 (1953)
- 33) FALLS u. HUNTER zitiert nach RECH
- 34) FLEISCHER Z. exper. Med. 57, 121 (1927)
- 35) FOA zitiert nach Bickenbach
- 36) FRANKENHÄUSER Über Herztöne der Frucht und ihre Benutzung zur Diagnose des Lebens, der Stellung, der Lage und des Geschlechts derselben.
Mschr. f. Geburtskunde u. Frauenkrankheiten 14, 171, (1859)
- 37) FREY W. Herz und Schwangerschaft
Leipzig, G. Thieme (1923)
- 38) FREY W. Das Herzgefäßsystem in der Gravidität
Klin. Wschr. 13, 577 (1925)
- 39) GEWÜRZ M. Das Verhalten des Pulses in der Schwangerschaft und im Wochenbett
Diss. Hamburg (1932)
- 40) GROLMAN A. Psychological variations in the cardiac outputs of man
Amer. J. Physiol. 95, 274 (1930)
- 41) GRÜNBAUM u. AMSON zitiert nach RECH
- 42) GRUETZMANN G. F. De pulsum in hominibus sanis secundum varias dies partes variis mutationibus
Diss. Halle (1831)
- 43) GUNN A. C. and
44) WODD M. C. The amplification and recording of fetal heart sounds
Prov. Roy Soc. Med. 46, 85-91 (1953)
- 45) HANSEN zitiert nach BICKENBACH
- 46) HALBAN-SEITZ Biologie und Pathologie des Weibes
Berlin, Wien, Urban-Schwarzenb. 6, 2, 1007 (1925)
- 47) HAYNAL u. KELLER Orv. Hetil. (Ung.) 49, 67, 646 (1923)

- 48) HEIL K. zitiert nach KEHRER
- 49) HELLBÜGGE Th.
LANGE J.
RUTENFRANZ J.
STEHR C. Entwicklung tagesperiodischer Veränderungen
in der ersten Lebenszeit. München (1960)
- 50) HOHL A. F. Die geburtshilfliche Exploration.
I. Teil: Das Hören.
Halle. Verlag d. Buchh. d. Waisenhauses (1833)
- 51) HÜTER V. Über den Fetalpuls.
Monatsschrift für Geburtskunde und Frauen-
krankheiten.
Supplem. Heft, Band 18 (1862)
- 52) HUNGERLAND H.
u. ZENS M. Die Pulsfrequenz des gesunden Kindes im
Alter von 3 bis 14 Jahren zu verschiedenen
Nachtzeiten.
Zeitschrift Kinderheilkunde 71, 369 (1952)
- 53) INGVILLA Ricerche sperimentali sulla funzione cardio-
vascolare del feto non ancora liberato dalla
madre.
Riv. ital. ginec. 24, 342-367 (1941)
- 54) JAGIC Erkrank. d. Zirkulationsapparates.
In SEITZ-Amreich: Handbuch der Biologie und
Pathologie des Weibes.
3, 357 (1927)
- 55) JASCHKE R. Th. Blutdruck u. Herzarbeit in der Schwangerschaft,
während der Geburt und im Wochenbett.
Arch. f. Gyn. 94, 804, (1911)
- 56) JENSEN F. G.
u. NORGAARD Studies on the functional cardiac diseases and
the essential cardiac hypertrophy in normal
pregnant women.
Acta. obstetr. et gynecol. scand. 6,1 67-108
(1927)
- 57) JOHN J. und Über die Pulszahlen des Foetus, des Säug-
lings- und Kleinkindesalters
SCHICK B. Zschr. f. Kinderkrh. 38,8 216 (1924)
- 58) JORES A. Physiologie und Pathologie der 24-Stunden-
Rhythmik des Menschen
Erg. inn. Med. 48, 574 (1935)

- 59) JUNDELL E. Über die nykt-hämeralen Temperaturschwankungen im ersten Lebensjahr des Menschen
Jahrb. f. Kinderkrh. 59, 591 (1904)
- 60) KEHRER E. Herz- und Gefäßsystem in der Schwangerschaft in SEITZ-AMREICH: Lehrb. f. Geburtsh. 1, 7 440 (1952)
- 61) KERGADEEC Fötale Herztöne
F. r. Notizen aus dem Gebiet der Natur- und Heilkunde (1822)
- 62) KLEITMAN N. Sleep Characteristics in Infants
and ENGELMANN Th. J. appl. Physiol. 6, 629, (1953)
- 63) KLEITMAN N. The establishment of the diurnal temperature
TITELBAUM u. cyclus
HOFMANN H. Amer. J. Physiol. 148, 19 (1937)
- 64) KLEWITZ F. Der Puls im Schlaf
Arch. Klin. Med. 112, 38 (1913)
- 65) KRUKENBERG H. Arbeitsphysiol. Studien an Graviden
Arch. f. Gyn. 149, 663 (1932)
- 66) LANGE J. Entwicklung einer Tagesperiodik verschiedener
Körperfunktionen
Diss. München (1957)
- 67) LANDOIS- Physiologie des Menschen
ROSEMANN München, Berlin (1950)
- 68) DE LEE I. B. The Principles and Practics of Obstetris
W. B. Saunders Comp. (1948)
- 69) LIAN C. Les bruits du coeur foetal chez la femme
GOBLIN V. gravide. Etude phonocardiographique
MINOT G. Bull. Soc. Gynéc. 27, 423-428 (1938)
- 70) LOUROS zitiert nach BICKENBACH
- 71) LUKINOVIE Zur Frage der Herzttätigkeit bei jungen
menschlichen Embryonen
Zbl. Gyn. 2912 (1937)
- 72) MAHON R. Appareil circulatoire et circulation chez
la femme enceite. Notions classigues et
données recentes
Semaine Hôp. 3368-3370 (1955)
- 73) MARTIUS H. Lehrbuch der Geburtshilfe
Stuttgart, Thieme (1956)

- 74) MENZEL W. Der 24-Stunden-Rhythmus des menschlichen Blutkreislaufs
Erg. inn. Med. 61, 1 (1942)
- 75) MENZEL W. Über den heutigen Stand der Rhythmen in Bezug auf die Medizin
Zschr. f. Altersforschung 6, 26 (1952)
- 76) NÄGELE H. F. Die geburtshilfliche Auskultation
Mainz (1938)
- 77) NARANJO P. El metabolismo basal en la embarazada y el feto
CORNEJO F. und
BERMEO J. Obst. y gyn. Lationo Amer. 12, 479-490 (1954)
- 78) PEIPER Mschr. Kinderheilkunde 29, 236 (1925)
- 79) PEREZ M. L. Die Pulsverlangsamung in der Schwangerschaft. Entstehung ihres Mechanismus
Ber. ges. Gyn. u. Geburtskunde. Bd. 36, 204 (1938)
- 80) PESTALOZZA Basseger di scienze mediche, Modena (1891)
- 81) PFAUNDLER-SCHLOSSMANN Handbuch der Kinderheilkunde 3, 868 (1931)
- 82) PFLÜGER Pflügers Arch. 1, 23 (1868)
- 83) POHL u. EISMAYER Über das Minutenvolumen des Herzens und die Utilisation des Blutes bei Schwangeren und Wöchnerinnen
Z. Geburtsk. 103, 34-44 (1932)
- 84) PREYER Spezielle Physiologie des Embryo
Leipzig (1885)
- 85) PUTZ und ULLRICH Ergebnisse fetaler Herztonkurvenstudien mittels Zeitlupenaufnahmen und praenataler Elektrokardiographie
Zbl. f. Gyn. 66, 705 (1942)
- 86) RECH W. Experimentelle Untersuchungen über Beziehungen zwischen mütterlicher und kindlicher Herzaktion
Arch. f. Gyn. 132, 57 (1927)
- 87) RECH W. Untersuchungen über die Herztätigkeit des Fetus
Arch. f. Gyn. 145, 714 (1931)
- 88) REVOLTELLA L' istamina nella placenta nel sangue della gravida e del feto
Ber. Gyn. 17, 381 (1920)

- 89) DE RUDDER B.
u. G. A. PETERSEN Die Tagesperiodik der Körpertemperatur beim Menschen
Klin. Wschr. 1814 (1935)
- 90) SACHS Elektrokardiogrammstudien am Fötus in utero
Pflügers Arch. 197, 536 (1923)
- 91) SARWEY Weitere Erfahrungen über die Auskultation
foetaler Herztöne
Mschr. f. Geburtsk. u. Gyn. 22, 174 (1905)
- 92) SCHÄFFER zitiert nach RECH
- 93) SCHOMIG G. Neue methodische Fortschritte der Abdomi-
nalelektrokardiographie in der prakt. Geburts-
hilfe
Ber. n. d. Ges. Gyn. u. Geb. 52 121 (1954)
- 94) SCHOMIG G. Technische und methodische Fortschritte der
Abdominalelektrokardiographie
Zbl. f. Gyn. 76, 2200-2205 (1955)
- 95) SCHWARZ Zur physiol. Arrhythmie des fetalen Herzens
Arch. Gyn. 132, 47-49 (1927)
- 96) SEITZ L. Die foetalen Herztöne während der Geburt
E. Mühlthaler, München (1903)
- 97) SIEDETOPF zitiert nach RECH
- 98) SLEMONS M. and Die geburtshilfliche Bedeutung des Blutdrucks
GOLDBOROUGH F. C. und sein Verhältnis zur Arbeit des Herzens
Zbl. f. Gyn. 21, 699 (1908)
- 99) SMITH C. A. The Physiology of the Newborn Infant
Springfield Ch. C. Thomas (1946)
- 100) SMITH A. and A method for recording and reproducing
HAERT W. J. fetal heart sounds
Amer. J. Obst. 40, 102-110 (1940)
- 101) SONTAG, LESTER, Normal variations of fetal heart rate during
WARREN and pregnancy
NEWBERRY H. Amer. J. Obst. 40, 449-452 (1940)
- 102) SONTAG and The effect of cigaret smoking during
WALLACE pregnancy upon the fetal heart rate
Amer. J. Obstetr. 83 (1935)
- 103) SOUTHERN E. M. Electrocardiography and phonocardiography
of the fetal heart.
J. Obst. (Lond) 61, 231-237 (1954)

- 104) STANDER H. J. Testbook of Obstetrics, Appleton-Century Crofts + Inc. New York, London (1945)
- 105) STEFAN H. and STRASSMANN F. O. Das fetale Elektrokardiogramm Zbl. f. Gyn. 11, 610-615 (1933)
- 106) STOECKEL W. Lehrbuch der Geburtshilfe Jena, Fischer 127 (1951)
- 107) STRASSMANN E. D. and MUSSEY R. D. Technic and results of routine fetal electrocardiography during pregnancy Amer. J. Obst. 36, 986-997 (1938)
- 108) SUREAU Recherches d'electro-cardiographie foetal au cours de la gestation et du travail. Premiers resultats d'une nouvelle technique d'enregistrement par electrodes entoutérines Gyn. et Obst. 55, 21-23 (1956)
- 109) SVARZMANN F. Schwangerschaft und Herzgefäßsystem Moskov. med. Z. 44, 53-66 (1929)
- 110) VARA P. und K. NIEMINEVA Zur fetalen Elektrokardiographie Die Med. 12, 375 (1953)
- 111) VIERORDT H. Anatomische, physiologische und physikalische Daten und Tabellen Iena. Fischer (1888)
- 112) VÖLKER H. Über die tagesperiodischen Schwankungen einiger Lebensvorgänge beim Menschen Pflügers Arch. 215, 43 (1927)
- 113) VOLKMANN zitiert nach RECH
- 114) WIMMER P. Das Abdominalelektrokardiogramm und seine Leistung für die geburtshilfliche Diagnostik Münchn. med. Wschr. 95, 167 (1953)
- 115) V. WINCKEL Lehrbuch der Geburtshilfe (1893)
- 116) WOHLISCH E. Zschr. f. Biolog. 106, 368 (1954)
- 117) WONG M. and CASSELS D. The Fetal Electrocardiogram Amer. J. Dis. of Childran 90, 20-23 (1960)
- 118) ZIEGENSPECK Welche Veränderungen erfährt die fötale Herz-tätigkeit regelmäßig durch die Geburt? Aaszug aus einer gekrönten Preisschrift Inaug. Diss. Jena 1882
- 119) ZIEGENSPECK Über den Blutkreislauf des Säugetier- und Menschenfoetus. Anhang zu PREYERSs Physiologie d. Embryos
- 120) ZIPPEL W. Entwicklung, Bedeutung und Ergebnisse der fetalen Elektrokardiographie. Med. Klinik 50, 233-241 (1955)

Nachwort

Vorliegende Arbeit ist das Werk gemeinsamer Bemühungen.

Dem Direktor der Universitäts-Kinderpoliklinik in München, Herrn Professor Dr. med. WEBER möchte ich für die Übernahme des Correferates dieser Arbeit danken.

Ein besonderes Anliegen ist es mir, Herrn Professor Dr. med. HELLBRÜGGE für die Überlassung des Themas zu danken. Vor allem bin ich Herrn Dr. HELLBRÜGGE zu großem Dank verpflichtet für seine Unterstützung bei allen Untersuchungen und für seinen unermüdlichen Rat, welche zur Vervollkommnung dieser Arbeit unerlässlich waren.

Ganz besonderen Dank möchte ich Fräulein Dr. med. LANGE sagen für ihre sehr freundliche Hilfe und ihre zahlreichen wertvollen Anregungen.

Herrn Dr. med. Dr. phil. RUTENFRANZ von der Kinderpoliklinik verdanke ich einen großen Teil der statistischen Auswertung meines Beobachtungsmaterials.

Dem Direktor der 1. Universitäts-Frauenklinik München, Herrn Professor Dr. BICKENBACH danke ich für sein verständnisvolles Entgegenkommen.

Für die freundliche Hilfe während der Untersuchungen bin ich Herrn Privatdozenten Dr. med. MARTIUS und Herrn Dr. med. ZIMMER zu Dank verpflichtet.

Lebenslauf

Ich, Barbara Messerschmid, geb. Jeiter, wurde am 22. 5. 1933 als das älteste der drei Kinder des Diplom-Ingenieurs Josef Jeiter und seiner Ehefrau Maria Jeiter, geb. Vogel in Köln geboren.

Ostern 1939 trat ich dort in die Volksschule ein und besuchte dann, durch die Kriegsverhältnisse bedingt, Volksschulen in sieben verschiedenen Orten. Von 1943 an war ich Schülerin des Humanistischen Gymnasiums in Hadamar und legte dort am 21. 2. 1953 die Reifeprüfung ab.

Im Sommersemester 1953 begann ich an der Universität Frankfurt am Main mit dem Medizinstudium und bestand dort am 30. 7. 1955 die Ärztliche Vorprüfung. Während der klinischen Semester studierte ich in München und legte hier am 11. 4. 1959 das Medizinische Staatsexamen ab.

Danach war ich 10 Monate als Medizinalassistentin in der chirurgischen Abteilung des „Maria-Hilf“-Krankenhauses in Daun tätig.

Im November 1960 heiratete ich.

Voraussichtlich werde ich meine Medizinalassistentenzeit in München beenden. Dort arbeite ich zur Zeit in der Abteilung für Innere Medizin im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder.

